

明細書

熱処理装置及び熱処理方法

技術分野

本発明は、誘導加熱を利用した熱処理装置及び熱処理方法に関する。

背景技術

従来、誘導加熱を利用して鋼を熱処理する様々な熱処理方法が知られている。このような熱処理方法の一つとして、ワークの一部分だけに誘導加熱コイルを近接配置しておき、この誘導加熱コイルでワークの一部分を誘導加熱し、その後、ワークを回転させてワークの他の部分を誘導加熱コイルに近接させ、この他の部分を誘導加熱してワーク全体を所定温度まで誘導加熱する熱処理方法が知られている。ワークを回転させるためには、ワークを支持している支持部材を回転させるモータなどの駆動源が必要となる。

発明の開示

上述したように、ワークの一部分が所定温度まで誘導加熱された後にワークを回転させて他の部分を誘導加熱することにより、ワーク全体が均一に誘導加熱される。ワークを回転させ始めるタイミングは、ワークの一部分が所定温度まで誘導加熱された直後であるが、駆動源の機械的、電気的な誤差に起因してこの回転開始のタイミングがずれるおそれがある。回転開始のタイミングが早くても遅くてもワーク全体を均一に誘導加熱できないこととなる。

本発明は、上記事情に鑑み、例えば螺旋状部材やコイルばねなどのワークを回転させても均一に誘導加熱できる熱処理装置及び熱処理方法を提供することを第1の目的とする。

ところで、上記した誘導加熱を利用した熱処理の一つとして、自動車用エンジンに組み込まれる弁ばねなどのコイルばねを焼入れする熱処理が知られている。弁ばねとは、自動車用エンジンのカムの形状にしたがって弁を確実に開閉するためのものをいう。弁ばねは、弁ばね受と弁ばね受止め金とによって弁棒端に取り付けられる。また、コイルばねとしては、自転車やバイク用フロントフォークのサスペンションばね、産業機械用のコイルばねなどが知られている。

弁ばね等のコイルばねを製造する製造方法としては、例えば、長尺の素材に焼入れ焼戻しを施し、その後、この素材を適宜の長さに切断してコイル状に巻いて所定長さのコイルばねを製造する方法が知られている。この製造方法では、焼入れによって硬化した素材を切断したりコイル状に巻いたりするので、これら切断作業や巻く作業が困難であり、また、切断装置の寿命が短くなるという問題がある。

この問題を解決するコイルばね製造方法として、長尺の素材に焼入れ焼戻しを施さずにこの素材を適宜の長さに切断してコイル状に巻いて所定長さのコイル状部材を作製しておき、このコイル状部材に焼入れ焼戻しを施してコイルばねを製造する製造方法が知られている。コイル状部材を焼入れする際には誘導加熱が利用されることがある。

誘導加熱を利用してコイル状部材を焼入れする際には、このコイル状部材の外周面に沿って外周方向に螺旋状に延びる誘導加熱コイルを配置してコイル状部材を焼入温度に誘導加熱する。このようなコイル状部材は、短時間（例えば約5秒間）の誘導加熱ではその全体を均一に加熱しにくい。従って、コイル状部材を誘導加熱する際には長時間（例えば数十秒）誘導加熱する。

上記したコイル状部材には、その長手方向両端が他の部分に接触していないオープンタイプと、その長手方向両端がそれよりもやや内側部分に接触しているクローズタイプ等が知られている。

オープンタイプのコイル状部材を長時間にわたって誘導加熱する場合、コイル

状部材の中央部分（長手方向両端部以外の部分）では熱が近傍部分に伝導するので、この中央部分がオーバーヒート（過熱）するおそれは無いが、コイル状部材の長手方向両端部では熱を伝導できる部分が中央側部分しかないので、オーバーヒートすることがある。オーバーヒートした長手方向両端部は、結晶粒が粗大化するなどの問題が生じる。クローズタイプのコイル状部材を長時間にわたって誘導加熱する場合、長手方向両端部には短絡電流が流れるので長手方向両端部はオーバーヒートする。

上述したようにコイル状部材がオープンタイプであってもクローズタイプであっても、短時間の誘導加熱では全体を均一に誘導加熱しにくく、長時間の誘導加熱では長手方向両端部がオーバーヒートするおそれがある。このため、焼入れされたコイルばねの組織が均一にならないので硬さにばらつきを生じることがあり、品質が低下するおそれがある。

一方、長尺の素材に焼入れ焼戻しを施した後にこの素材をコイル状に巻く製造方法では、上述したように、硬化した素材を切断したりコイル状に巻いたりするので、これら切断作業や巻く作業が困難であり、また、切断装置の寿命が短くなる。このため、工数が増えて製造コストが上がる。

本発明は、上記事情に鑑み、従来よりも安価で高品質のコイルばねを製造するためのコイルばね熱処理方法及びコイルばね熱処理装置を提供することを第2の目的とする。

上記第1の目的を達成するための本発明の第1の熱処理装置は、

(1) 所定の回転軸を中心にしてワークが自在に回転するように該ワークを支持する支持手段と、

(2) 該支持手段に支持されているワークのうち前記回転軸に並行に延びる帯状部分を誘導加熱する、固定された誘導加熱コイルとを備えたことを特徴とするものである。

上記第1の目的を達成するための本発明の第2の熱処理装置は、

(3) 所定の回転軸を中心にしてワークが自在に回転するように該ワークを支持する支持手段と、

(4) 該支持手段に支持されているワークのうち前記回転軸に並行に延びる帯状部分に向き合って配置された誘導加熱コイルとを備えたことを特徴とするものである。

上記第1の目的を達成するための本発明の第3の熱処理装置は、

(5) その長手方向に延びる回転軸を中心にして柱形状のワークがその外周方向に自在に回転するように該ワークを支持する支持手段と、

(6) 該支持手段に支持されている前記ワークの外周面のうち前記回転軸に並行に延びる帯状部分に向き合って配置された誘導加熱コイルとを備えたことを特徴とするものである。

上記第1の目的を達成するための本発明の第4の熱処理装置は、

(7) 筒状のワークの中空部に挿入されて該ワークをその外周方向に回転自在に支持する、該ワークの長手方向に延びる棒状の支持手段と、

(8) 該支持手段に支持されている前記ワークの外周面のうち前記支持手段に並行に延びる帯状部分に向き合って配置された、前記支持手段に並行に延びる誘導加熱コイルとを備えたことを特徴とするものである。

上記した筒状のワークとは、パイプ状のワークも含む概念である。

ここで、

(9) 前記支持手段は、所定の磁気変態点以下では強磁性体であって、該磁気変態点を超えたときに常磁性体に変化するワークを支持するものであってもよい。

また、

(10) 前記支持手段は、前記ワークを支持する支持位置から該ワークを支持せずに落下させる落下位置まで移動するものであり、

(11) 該支持手段に支持されたワークの下方に配置された、冷却液が収容される冷却槽を備えてよい。

さらに、

(12) 前記誘導加熱コイルは、前記ワークを挟んで互いに対向する位置に配置された一対の部分コイルを有するものであってもよい。

さらにまた、

(13) 前記誘導加熱コイルは、長方形状の誘導加熱コイルであって、

(14) 前記支持手段は、前記長方形状の誘導加熱コイルの一対の長辺に挟まれた位置で、これら一対の長辺に並行に延びるワークを支持するものであってよい。

上記第1の目的を達成するための本発明の第5の熱処理装置は、

(15) 所定の磁気変態点を超えたときに強磁性体から常磁性体に変化する線材を螺旋状に形成した螺旋状部材の中空部に挿入されて該螺旋状部材をその外周方向に回転自在に支持するセラミックス製の支持棒と、

(16) 該支持棒に支持されている前記螺旋状部材の外周面のうち前記支持棒を挟んで対向する対向部分に向き合って配置された誘導加熱コイルとを備えたことを特徴とするものである。

ここで、

(17) 前記誘導加熱コイルは、前記螺旋状部材を挟んで互いに対向する位置に配置された一対の部分コイルを有するものであってもよい。

また、

(18) 前記一対の部分コイルは、前記螺旋状部材の外周面に沿ってその長手方向に延びるものであって、

(19) 前記支持棒は、前記一対の部分コイルに挟まれた位置で、これら一対の部分コイルに並行に延びるものであってもよい。

さらに、

(20) 前記支持棒は、前記螺旋状部材を支持する支持位置から該螺旋状部材を支持せずに落下させる落下位置まで移動するものであり、

(21) 該支持棒に支持されたワークの下方に配置された、冷却液が収容される冷却槽を備えててもよい。

また、上記第1の目的を達成するための本発明の第1の熱処理方法は、

(22) 所定の回転軸を中心にしてワークが自在に回転するように該ワークを支持しておき、

(23) 該ワークのうち前記回転軸に並行に延びる帯状部分に誘導加熱コイルを近接させてこの帯状部分を誘導加熱し、

(24) 該帯状部分が所定温度を超えたときに前記ワークが磁力で回転して、前記帯状部分とは異なる他の部分が前記誘導加熱コイルに近接して誘導加熱されることを特徴とするものである。

上記第1の目的を達成するための本発明の第2の熱処理方法は、

(25) 柱形状のワークをその外周方向に回転自在に支持しておき、

(26) この柱形状のワークの外周面のうちこの柱形状のワークの高さ方向に延びる帯状部分に誘導加熱コイルを近接させてこの帯状部分を誘導加熱し、

(27) 該帯状部分が所定温度を超えたときに前記柱形状のワークが磁力で回転して、前記帯状部分とは異なる他の部分が前記誘導加熱コイルに近接して誘導加熱されることを特徴とする熱処理方法。

上記第1の目的を達成するための本発明の第3の熱処理方法は、

(28) 筒状のワークの中空部に挿入された棒状の支持手段で該ワークをその外周方向に回転自在に支持しておき、

(29) 前記支持手段に支持されている前記ワークの外周面のうち前記支持手段に並行に延びる帯状部分に誘導加熱コイルを近接させてこの帯状部分を誘導加熱し、

(30) 該帯状部分が所定温度を超えたときに該ワークが磁力で回転して、前記帯状部分とは異なる他の部分が前記誘導加熱コイルに近接して誘導加熱されることを特徴とするものである。

上記第1の目的を達成するための本発明の第4の熱処理方法は、

(31) 所定の磁気変態点を超えたときに強磁性体から常磁性体に変化する素材から作製された螺旋状部材の中空部にセラミックス製の支持棒を挿入して該螺旋状部材をその外周方向に回転自在に支持しておき、

(32) 該支持棒に支持されている前記螺旋状部材の外周面のうち前記支持棒を挟んで対向する対向部分に誘導加熱コイルを近接させてこの対向部分を誘導加熱し、

(33) これら対向部分が前記磁気変態点を超えたときに前記螺旋状部材が磁力で回転して、該螺旋状部材の外周面のうち前記対向部分とは異なる他の部分が前記誘導加熱コイルに近接して誘導加熱されることを特徴とするものである。

ここで、

(34) 前記螺旋状部材が所定の焼入温度になったときに、前記支持棒を前記螺旋状部材の中空部から引き抜いて該螺旋状部材を、冷却液が収容された冷却槽に落下させてもよい。

本発明にいう柱形状のワークとは、円柱だけでなく、三角柱や六角柱などの角柱のものも含む概念である。

本発明にいう筒状のワークとは、円筒だけでなく、外観が三角柱や六角柱でその長手方向に延びる貫通孔が形成されたものも含む概念である。

本発明にいう螺旋状部材とは、全体形状が円筒状のものだけでなく、全体形状が円錐形、たる形、鼓形などを含む概念である。また、本発明にいう螺旋状部材とは、コイル状に巻かれたコイル状部材も含む概念である。

また、上記第2の目的を達成するためのコイルばね熱処理装置は、

(35) 所定の磁気変態点を超えたときに強磁性体から常磁性体に変化する線材をコイル状に形成したコイルばねの中空部に挿入されて該コイルばねをその外周方向に回転自在に支持するセラミックス製の支持棒と、

(36) 該支持棒に支持されている前記コイルばねの外周面のうち前記支持棒を

挟んで対向する対向部分に向き合って配置された誘導加熱コイルとを備えたことを特徴とするものである。

ここで、

(37) 上記の誘導加熱コイルは、前記コイルばねを挟んで互いに対向する位置に配置された一対の部分コイルを有するものであってもよい。

また、

(38) 前記一対の部分コイルは、前記コイルばねの外周面に沿ってその長手方向に延びるものであって、

(39) 前記支持棒は、前記一対の部分コイルに挟まれた位置で、これら一対の部分コイルに並行に延びるものであってもよい。

さらに、

(40) 上記の支持棒は、前記コイルばねを支持する支持位置から該コイルばねを支持せずに落下させる落下位置まで移動するものであり、

(41) 該支持棒に支持されたコイルばねの下方に配置された、冷却液が収容される冷却槽を備えてよい。

また、上記第2の目的を達成するためのコイルばね熱処理方法は、

(42) 所定の磁気変態点を超えたときに強磁性体から常磁性体に変化する素材から作製されたコイルばねの中空部にセラミックス製の支持棒を挿入して該コイルばねをその外周方向に回転自在に支持しておき、

(43) 該支持棒に支持されている前記コイルばねの外周面のうち前記支持棒を挟んで対向する対向部分に誘導加熱コイルを近接させてこの対向部分を誘導加熱し、

(44) これら対向部分が前記磁気変態点を超えたときに前記コイルばねが磁力で回転して、該コイルばねの外周面のうち前記対向部分とは異なる他の部分が前記誘導加熱コイルに近接して誘導加熱されることを特徴とするものである。

ここで、

(45) 前記コイルばねが所定の焼入温度になったときに、前記支持棒を前記コイルばねの中空部から引き抜いて該コイルばねを、冷却液が収容された冷却槽に落下させることにより、コイルばねを焼入れできる。

ここでいうコイルばねとは、弁ばねなどのコイル状の部材を含む概念である。

図面の簡単な説明

図1は、実施例1の熱処理装置を模式的に示す正面図である。

図2は、図1の熱処理装置を模式的に示す上面図である。

図3は、ワークが落下中の熱処理装置を模式的に示す正面図である。

図4(a)は、図1の熱処理装置によって2つの帯状部分が加熱された円柱状ワークを模式的に示す断面図であり、(b)は、磁力で回転した直後の円柱状ワークを示す断面図である。

図5(a)は、2つの帯状部分が加熱された角柱状ワークを模式的に示す断面図であり、(b)は、磁力で回転した直後の角柱状ワークを示す断面図である。

図6は、(a)は、円柱状ワークの3つの帯状部分を同時に誘導加熱する例を示す断面図であり、(b)は、磁力で回転した直後の円柱状ワークを示す断面図である。

図7(a)は、円柱状ワークの4つの帯状部分を同時に誘導加熱する例を示す断面図であり、(b)は、磁力で回転した直後の円柱状ワークを示す断面図である。

図8は、実施例2の熱処理装置を模式的に示す正面図である。

図9は、図8の熱処理装置を模式的に示す上面図である。

図10は、ワークが落下中の熱処理装置を模式的に示す正面図である。

図11(a)は、図8の熱処理装置によって2つの帯状部分が加熱された円筒状ワークを模式的に示す断面図であり、(b)は、磁力で回転した直後の円筒状ワークを示す断面図である。

図12 (a) は、2つの帯状部分が加熱された角柱状ワークを模式的に示す断面図であり、(b) は、磁力で回転した直後の角柱状ワークを示す断面図である。

図13 (a) は、円筒状ワークの3つの帯状部分を同時に誘導加熱する例を示す断面図であり、(b) は、磁力で回転した直後の円筒状ワークを示す断面図である。

図14 (a) は、円筒状ワークの4つの帯状部分を同時に誘導加熱する例を示す断面図であり、(b) は、磁力で回転した直後の円筒状ワークを示す断面図である。

図15は、実施例3の熱処理装置を模式的に示す斜視図である。

図16は、図15に示す熱処理装置の正面図である。

図17は、螺旋状部材の加熱状態を示す模式図である。

図18は、実施例4の熱処理装置を模式的に示す斜視図である。

図19は、図18に示す熱処理装置の正面図である。

図20は、螺旋状部材の加熱状態を示す模式図である。

図21は、実施例5の熱処理装置を模式的に示す斜視図である。

図22は、図21に示す熱処理装置の正面図である。

図23は、螺旋状部材の加熱状態を示す模式図である。

図24は、実施例のコイルばね熱処理装置を模式的に示す正面図である。

図25は、図24のコイルばね熱処理装置の誘導加熱コイルを模式的に示す斜視図である。

図26は熱処理方法を示す、(a) は、コイル状部材をセットする状態を示し、(b) は、コイル状部材を誘導加熱している状態を示し、(c) は、支持棒を落下位置に移動させてコイル状部材を落下させた状態を示す。

図27 (a) は、一対の対向部分が誘導加熱されたコイル状部材を模式的に示す断面図であり、(b) は、磁力で回転した直後のコイル状部材を模式的に示す

断面図である。

発明を実施するための最良の形態

磁気変態点（キューリー点）をもつ材料を熱処理する際に本発明の熱処理装置及び熱処理方法を適用できる。

また、自動車用の懸架ばね、自動車用エンジンに組み込まれる弁ばね、自転車やバイク用フロントフォークのサスペンションばね、産業機械用コイルばねなどのコイルばねの熱処理方法及び熱処理装置に本発明を実現した。

図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

[実施例 1]

図 1 から図 7 までを参照して、本発明の実施例 1 を説明する。

熱処理装置 10 は、円柱状のワーク 12 が自在に回転するようにこのワーク 12 を支持する支持ユニット 20（本発明にいう支持手段の一例である）と、この支持ユニット 20 に回転自在に支持されたワーク 12 を誘導加熱する銅製の誘導加熱コイル 30 とを備えている。誘導加熱コイル 30 はセラミックス製の柱 32 等を介してベース台 40 に固定されている。また、支持ユニット 20 に支持されたワーク 12 の下方には、冷却液が収容された冷却槽 50 が配置されている。

円柱状のワーク 12 は中実のものであり、その内部には、穴などの中空は形成されていない。ワーク 12 の長手方向両端面 12a, 12b の中央部にはそれぞれ凹部 14a, 14b が形成されている。また、ワーク 12 は、機械構造用炭素鋼やばね鋼などの各種鋼から作製されたものである。ワーク 12 の素材は、Fe-C 平衡状態図で示される 770°C の磁気変態点（キューリー点）を有しており、ワーク 12 の温度がこの磁気変態点以下のときはワーク 12 が強磁性体であるが、ワーク 12 の温度がこの磁気変態点を超えたときにはワーク 12 が強磁性体から常磁性体に変化する。

支持ユニット 20 は、ワーク 12 の長手方向一端面 12a の側からワーク 12

を支持するセラミックス製の第1支持棒22と、ワーク12の長手方向一端面12bの側からワーク12を支持するセラミックス製の第2支持棒24とを有する。第1支持棒22と第2支持棒24は一直線上に配置されており、これら2つの支持棒22, 24は、本発明にいう回転軸の一例である。

第1支持棒22の先端部22aは凹部14aに回転自在に嵌め込まれる。第1支持棒22の後端部はほぼ直角に折れ曲がって下方に延びており、その下端部22bはベース台40に固定されている。また、第2支持棒24の先端部24aは凹部14bに回転自在に嵌め込まれる。第2支持棒24の後端部はシリンダ26に取り付けられており、第2支持棒24はシリンダ26の駆動に伴って矢印A, B方向に移動する。シリンダ26は、支持柱28によってベース台40に固定されている。

ワーク12を支持ユニット20に支持させる際には、シリンダ26を駆動させて第2支持棒24を矢印A方向に移動させることにより先端部22aと先端部24aとの距離をワーク12の長さよりも長く保っておき、固定されている第1支持棒22の先端部22aをワーク12の凹部14aに嵌め込み、続いて、シリンダ26を駆動させて第2支持棒24を矢印B方向に移動することによりその先端部24aをワーク12の凹部14bに嵌め込む。これにより、ワーク12は外力などによって自在に回転できるように支持ユニット20に支持される。

ワーク12を支持するために第2支持棒24が矢印B方向に移動しているときの位置が、本発明にいう支持位置であり、第2支持棒24が矢印A方向に移動してワーク12を支持できないときの位置が、本発明にいう落下位置である。

誘導加熱コイル30は、図2に示すように上方から見たときは長方形状のものであり、この長方形の内部にワーク12が配置される。誘導加熱コイル30は、長方形の一対の長辺に相当する一対の長辺部分コイル34, 34(本発明にいう部分コイルの一例である)と、長方形の短辺に相当する一対の短辺部分コイル36, 36と、一つの短辺部分コイル36を高周波電源38に接続する接続コイル

3 9とを有する。長辺部分コイル3 4, 3 4はワーク1 2の長さよりも長く、短辺部分コイル3 6, 3 6の長さはワーク1 2の直径Rよりも長い。また、長辺部分コイル3 4, 3 4及び短辺部分コイル3 6, 3 6の幅Wは、図1に示すように、ワーク1 2の直径Rよりも長い。一対の短辺コイル3 6, 3 6のうち接続コイル3 9に接続されていない短辺3 6には、第2支持棒2 4が貫通する貫通孔3 6 aが形成されている。

一対の長辺部分コイル3 4, 3 4は、支持ユニット2 0に支持されたワーク1 2を挟んで互いに対向する位置に配置されており、このワーク1 2の長手方向（矢印A, B方向と同じ方向）に平行（本発明にいう並行の一例である）に延びている。従って、長辺部分コイル3 4, 3 4は、ワーク1 2のうち第1支持棒2 2と第2支持棒2 4に並行に延びる帯状部分1 6に向き合って配置されていることとなる。ここでいう帯状部分とは、平らで細長い薄板状のものだけではなく、湾曲してやや厚い板状のものも含む概念である。

上記した熱処理装置1 0を使用してワーク1 2を焼入れする方法を説明する。

先ず、シリンダ2 6を駆動させて第2支持棒2 4を矢印A方向に移動させておき、第1支持棒2 2の先端部2 2 aをワーク1 2の凹部1 4 aに嵌め込み、続いて、シリンダ2 6を駆動させて第2支持棒2 4を矢印B方向に移動することによりその先端部2 4 aをワーク1 2の凹部1 4 bに嵌め込む。これにより、ワーク1 2は外力などによって自在に回転するように支持ユニット2 0に支持される。

続いて、高周波電源3 8から誘導加熱コイル3 0に所定の電力を所定の供給時間だけ供給する。この供給する電力及び供給時間は、ワーク1 2の表面層を焼入れするか、ワーク1 2の全体を焼入れする（ズブ焼）かによって異なる。例えば、電力を80 kW、電圧を440 V、周波数を49.8 kHz、供給時間を3.5秒間とする。このように高周波電源3 8から誘導加熱コイル3 0に大電力を短時間だけ供給することにより、図4 (a)に示すように、ワーク1 2のうち長辺部分コイル3 4, 3 4に向き合う帯状部分1 6（図4の斜線で示す部分）が短時

間（ここでは3.5秒間）で室温から焼入温度（例えば900°C）まで誘導加熱される。

帯状部分16が焼入温度まで誘導加熱されている途中で、帯状部分16は磁気変態点（ここでは770°C）を通過して、帯状部分16が強磁性体から常磁性体に変化する。しかし、実際には平衡状態ではないので、磁気変態点を通過した後、帯状部分16が焼入温度に到達した直後に、帯状部分16が強磁性体から常磁性体に変化することが実験的に判明した。一方、ワーク12のうち帯状部分16以外の未加熱部分17は強磁性体のままである。このため、誘導加熱コイル30が生成している磁界によってワーク12は回転軸（第12支持棒及び第2支持棒24）を中心軸として矢印C方向（若しくはその反対方向、外周方向）に90度だけ回転して、図4（b）に示すように、帯状部分16が上下に位置すると共に未加熱部分17が長辺部分コイル34、34に向き合う。この状態では、誘導加熱コイル30に電力が供給され続けているので、帯状部分16に続いて未加熱部分17が誘導加熱されて3.5秒間で焼入温度に到達する。

上記したシリンダ26は、高周波電源38を制御する制御器（図示せず）によって制御されている。この制御器は、高周波電源38から誘導加熱コイル30に電力を供給し始めてから7.0秒後に、第2支持棒24を矢印A方向に移動させて落下位置に到達させるようにシリンダ26を制御する。従って、ワーク12が誘導加熱され始めてから7.0秒後には、図3に示すように、ワーク12は落下する。ワーク12が誘導加熱され始めて7.0秒後には、図4（b）に示すように、ワーク12の外周面から所定深さの部分が焼入温度に到達している。ワーク12はこの状態で冷却槽50に落下して冷却されるので、ワーク12の外周面から所定深さの部分は急冷されて硬化する。

以上説明したように、ワーク12の一部分（ここでは、帯状部分16）が所定温度（焼入温度）まで誘導加熱された直後に、ワーク12が磁力によって回転し、続いて、他の部分（ここでは、未加熱部分17）を誘導加熱することにより、

ワーク 1 2 の外周面から所定深さの部分の全体が均一に誘導加熱される。ワーク 1 2 はモータなどの駆動源によって回転するように構成されていないので、駆動源の機械的、電気的な誤差に起因してこの回転開始のタイミングがずれることはない。従って、ワーク 1 2 の所定部分が均一に誘導加熱されて硬化される。

上記した例では、ワークとして円柱状のワーク 1 2 を挙げたが、図 5 (a)、(b) に示すように、熱処理装置 1 0 では角柱状のワーク 1 3 の所定部分を均一に硬化することもできる。この場合、図 5 (a) に示すように帯状部分 1 3 a が焼入温度に到達した後、ワーク 1 3 が矢印 C 方向に 90 度だけ回転し、図 5 (b) に示すように、帯状部分 1 3 a が上下に位置すると共に未加熱部分 1 3 b が長辺部分コイル 3 4, 3 4 に向き合う。この状態では、誘導加熱コイル 3 0 に電力が供給され続けているので、未加熱部分 1 3 b も誘導加熱されて 3.5 秒間で焼入温度に到達する。その後は、上記と同じ手順で帯状部分 1 3 a と未加熱部分 1 3 b が硬化される。

上記した例では、ワーク 1 2 を外周方向に 4 分割して隣接しない 2 つの帯状部分 1 6 を一対の長辺部分コイル 3 4, 3 4 で同時に誘導加熱し、続いて、残りの 2 つの帯状部分 1 7 (未加熱部分) を誘導加熱した。しかし、図 6 に示すように、ワーク 1 2 を外周方向に 6 分割して隣接しない 3 つの帯状部分 1 6, 1 6, 1 6 を部分コイル 4 4 a, 4 4 b, 4 4 c で誘導加熱し、続いて、矢印 C 方向 (ワーク 1 2 の外周方向) に 60 度回転させて残りの 3 つの帯状部分 1 7, 1 7, 1 7 (未加熱部分) を誘導加熱してもよい。この場合、ワーク 1 2 が落下するときの邪魔にならないように部分コイル 4 4 b, 4 4 c を移動させるように構成しておく。

さらに、図 7 に示すように、ワーク 1 2 を外周方向に 8 分割して隣接しない 4 つの帯状部分 1 6, 1 6, 1 6, 1 6 を部分コイル 4 5 a, 4 5 b, 4 5 c, 4 5 d で誘導加熱し、続いて、矢印 C 方向 (ワーク 1 2 の外周方向) に 45 度回転させて残りの 4 つの帯状部分 1 7, 1 7, 1 7, 1 7 (未加熱部分) を誘導加熱

してもよい。この場合、ワーク 1 2 が落下するときの邪魔にならないように部分コイル 4 5 c を移動させるように構成しておく。

なお、ワーク 1 2 を急冷しないときは、上記した部分コイルを移動させる構成は不要であり、冷却槽も不要である。

[実施例 2]

図 8 から図 14 までを参照して、本発明の実施例 2 を説明する。

熱処理装置 6 0 は、円筒状のワーク 6 2 が自在に回転するようにこのワーク 6 2 を支持する支持ユニット 7 0 (本発明にいう支持手段の一例である) と、この支持ユニット 7 0 に回転自在に支持されたワーク 6 2 を誘導加熱する誘導加熱コイル 8 0 とを備えている。誘導加熱コイル 8 0 はセラミックス製の柱 8 2 等を介してベース台 9 0 に固定されている。また、支持ユニット 7 0 に支持されたワーク 6 2 の下方には、冷却液が収容された冷却槽 9 2 が配置されている。

円筒状のワーク 6 2 は筒状であり、その横断面の中央部には、その長手方向に延びる貫通孔 6 4 (中空部) が形成されている。ワーク 6 2 は、機械構造用炭素鋼やばね鋼などの各種鋼から作製されたものである。ワーク 6 2 の素材は、Fe-C 平衡状態図で示される 770°C の磁気変態点 (キューリー点) を有しており、ワーク 6 2 の温度がこの磁気変態点以下のときはワーク 6 2 が強磁性体であるが、ワーク 6 2 の温度がこの磁気変態点を超えたときにはワーク 6 2 が強磁性体から常磁性体に変化する。

支持ユニット 7 0 は、ワーク 6 2 の貫通孔 6 4 に挿入されるセラミックス製の棒状部材 7 2 を有する。棒状部材 7 2 は、本発明にいう回転軸の一例である。支持ユニット 7 0 は、棒状部材 7 2 の先端部 7 2 a が差し込まれる凹部 7 4 a の形成された支持板 7 4 も有する。この支持板 7 4 は、誘導加熱コイル 8 0 の内側に配置されて固定されている。棒状部材 7 2 の後端部はシリンダ 7 6 に取り付けられており、棒状部材 7 2 はシリンダ 7 6 の駆動に伴って矢印 A, B 方向に移動する。シリンダ 7 6 は、支持柱 7 8 によってベース台 9 0 に固定されている。

ワーク62を支持ユニット70に支持させる際には、シリンダ76を駆動させて棒状部材72を矢印A方向に移動させることにより先端部72aが誘導加熱コイル80の内部にわずかに突出した状態にしておき、ワーク62を誘導加熱コイル80の内部に配置し、続いて、シリンダ76を駆動させて棒状部材72を矢印B方向に移動させてワーク62の貫通孔64に貫通させ、棒状部材72の先端部72aを支持板74の凹部74aに差し込む。これにより、ワーク62は外力などによって自在に回転できるように支持ユニット70に支持される。

ワーク62を支持するために棒状部材72が矢印B方向に移動したときの位置が、本発明にいう支持位置であり、棒状部材72が矢印A方向に移動してワーク62を支持できないときの位置が、本発明にいう落下位置である。

誘導加熱コイル80は、図9に示すように上方から見たときは長方形状のものであり、この長方形の内部にワーク62が配置される。誘導加熱コイル80は、長方形の一対の長辺に相当する一対の長辺部分コイル84, 84 (本発明にいう部分コイルの一例である) と、長方形の短辺に相当する一対の短辺部分コイル86, 86と、一つの短辺部分コイル86を高周波電源88に接続する接続コイル89とを有する。長辺部分コイル84, 84はワーク62の長さよりも長く、短辺部分コイル86, 86の長さはワーク62の直径Rよりも長い。また、長辺部分コイル84, 84及び短辺部分コイル86, 86の幅Wは、図8に示すように、ワーク62の直径Rよりも長い。一対の短辺コイル86, 86のうち接続コイル89に接続されていない短辺86には、棒状部材72が貫通する貫通孔86aが形成されている。また、この短辺86の内側には、ワーク62がこの短辺86に接触することを防止するセラミックス製の邪魔板85が固定されている。

一対の長辺部分コイル84, 84は、支持ユニット70に支持されたワーク62を挟んで互いに対向する位置に配置されており、このワーク62の長手方向 (矢印A, B方向と同じ方向) に平行 (本発明にいう並行の一例である) に延びている。従って、長辺部分コイル84, 84は、棒状部分72に並行に延びる帶状

部分 7 6 に向き合って配置されていることとなる。ここでいう帶状部分とは、平らで細長い薄板状のものだけではなく、湾曲してやや厚い板状のものも含む概念である。

上記した熱処理装置 6 0 を使用してワーク 6 2 を焼入れする方法を説明する。

先ず、シリンダ 7 6 を駆動させて棒状部材 7 2 を矢印 A 方向に移動させることにより棒状部材 7 2 の先端部 7 2 a が誘導加熱コイル 8 0 の内部にわずかに突出した状態にしておき、ワーク 6 2 を誘導加熱コイル 8 0 の内部に配置し、続いて、シリンダ 7 6 を駆動させて棒状部材 7 2 を矢印 B 方向に移動させてワーク 6 2 の貫通孔 6 4 に貫通させ、棒状部材 7 2 の先端部 7 2 a を支持板 7 4 の凹部 7 4 a に差し込む。これにより、ワーク 6 2 は外力などによって自在に回転できるように支持ユニット 7 0 に支持される。

続いて、高周波電源 8 8 から誘導加熱コイル 8 0 に所定の電力を所定の供給時間だけ供給する。この供給する電力及び供給時間は、ワーク 6 2 の表面層を焼入れするか、ワーク 6 2 の全体を焼入れする（ズブ焼）かによって異なる。例えば、電力を 80 kW、電圧を 440 V、周波数を 49.8 kHz、供給時間を 2.5 秒間とする。このように高周波電源 8 8 から誘導加熱コイル 8 0 に大電力を短時間だけ供給することにより、図 11 (a) に示すように、ワーク 6 2 のうち長辺部分コイル 8 4, 8 4 に向き合う帶状部分 6 6 (図 11 の斜線で示す部分) が短時間 (ここでは 2.5 秒間) で室温から焼入温度 (例えば 900°C) まで誘導加熱される。

帶状部分 6 6 が焼入温度まで誘導加熱されている途中で、帶状部分 6 6 は磁気変態点 (ここでは 770°C) を通過して、帶状部分 6 6 が強磁性体から常磁性体に変化する。しかし、実際には平衡状態ではないので、磁気変態点を通過した後、帶状部分 6 6 が焼入温度に到達した直後に、帶状部分 6 6 が強磁性体から常磁性体に変化することが実験的に判明した。一方、ワーク 6 2 のうち帶状部分 6 6 以外の未加熱部分 6 7 は強磁性体のままである。このため、誘導加熱コイル 8 0

が生成している磁界によってワーク 6 2 は回転軸（棒状部材 7 2 に平行な軸であり、ワーク 6 2 の横断面の中央を貫く軸）を中心軸として矢印 C 方向（若しくはその反対方向、外周方向）に 90 度だけ回転して、図 1 1 (b) に示すように、帯状部分 6 6 が上下に位置すると共に未加熱部分 6 7 が長辺部分コイル 8 4, 8 4 に向き合う。この状態では、誘導加熱コイル 8 0 に電力が供給され続けているので、帯状部分 6 6 に統いて未加熱部分 6 7 が誘導加熱されて 2.5 秒間で焼入温度に到達する。

上記したシリンダ 7 6 は、高周波電源 8 8 を制御する制御器（図示せず）によって制御されている。この制御器は、高周波電源 8 8 から誘導加熱コイル 8 0 に電力を供給し始めてから 5.0 秒後に、棒状支持部材 7 2 を矢印 A 方向に移動させて落下位置に到達させるようにシリンダ 7 6 を制御する。従って、ワーク 6 2 が誘導加熱され始めてから 5.0 秒後には、図 1 0 に示すように、ワーク 6 2 は落下する。ワーク 6 2 が誘導加熱され始めて 5.0 秒後には、図 1 1 (b) に示すように、ワーク 6 2 の全体が焼入温度に到達している。ワーク 6 2 はこの状態で冷却槽 9 2 に落下して冷却されるので、ワーク 6 2 の全体は急冷されて硬化する。

以上説明したように、ワーク 6 2 の一部分（ここでは、帯状部分 6 6）が所定温度（焼入温度）まで誘導加熱された直後に、ワーク 6 2 が磁力によって回転し、統いて、他の部分（ここでは、未加熱部分 6 7）を誘導加熱することにより、ワーク 6 2 の全体が均一に誘導加熱される。ワーク 6 2 はモータなどの駆動源によって回転するように構成されていないので、駆動源の機械的、電気的な誤差に起因してこの回転開始のタイミングがずれることはない。従って、ワーク 6 2 の所定部分が均一に誘導加熱されて硬化される。

上記した例では、ワークとして円筒状のワーク 6 2 を挙げたが、図 1 2 (a), (b) に示すように、熱処理装置 6 0 では、横断面が正方形で筒状のワーク 6 3 の全体を均一に硬化することもできる。この場合、図 1 2 (a) に示すように

帯状部分 6 3 a が焼入温度に到達した後、ワーク 6 3 が矢印 C 方向に 90 度だけ回転し、図 12 (b) に示すように、帯状部分 6 3 a が上下に位置すると共に未加熱部分 6 3 b が長辺部分コイル 8 4, 8 4 に向き合う。この状態では、誘導加熱コイル 8 0 に電力が供給され続けているので、未加熱部分 6 3 b も誘導加熱されて 2.5 秒間で焼入温度に到達する。その後は、上記と同じ手順で帯状部分 6 3 a と未加熱部分 6 3 b が硬化される。

上記した例では、ワーク 6 2 を外周方向に 4 分割して隣接しない 2 つの帯状部分 6 6 を一対の長辺部分コイル 8 4, 8 4 で同時に誘導加熱し、続いて、残りの 2 つの帯状部分 6 7 (未加熱部分) を誘導加熱した。しかし、図 13 に示すように、ワーク 6 2 を外周方向に 6 分割して隣接しない 3 つの帯状部分 6 6, 6 6, 6 6 を部分コイル 9 4 a, 9 4 b, 9 4 c で誘導加熱し、続いて、矢印 C 方向 (ワーク 6 2 の外周方向) に 60 度回転させて残りの 3 つの帯状部分 6 7, 6 7, 6 7 (未加熱部分) を誘導加熱してもよい。この場合、ワーク 6 2 が落下するときの邪魔にならないように部分コイル 9 4 b, 9 4 c を移動させるように構成しておく。

さらに、図 14 に示すように、ワーク 6 2 を外周方向に 8 分割して隣接しない 4 つの帯状部分 6 6, 6 6, 6 6, 6 6 を部分コイル 9 5 a, 9 5 b, 9 5 c, 9 5 d で誘導加熱し、続いて、矢印 C 方向 (ワーク 6 2 の外周方向) に 45 度回転させて残りの 4 つの帯状部分 6 7, 6 7, 6 7, 6 7 (未加熱部分) を誘導加熱してもよい。この場合、ワーク 6 2 が落下するときの邪魔にならないように部分コイル 9 5 c を移動させるように構成しておく。

[実施例 3]

図 15 から図 17 までを参照して、本発明の実施例 3 を説明する。

熱処理装置 100 は、円錐形の螺旋状部材 102 を焼入れするための装置である。熱処理装置 100 は、螺旋状部材 102 が自在に回転するようにこの螺旋状部材 102 を支持する支持ユニット 110 (本発明にいう支持手段の一例である

)と、この支持ユニット110に回転自在に支持された螺旋状部材102を誘導加熱する誘導加熱コイル120とを備えている。誘導加熱コイル120はセラミックス製の柱123等を介してベース台130に固定されている。また、支持ユニット110に支持された螺旋状部材102の下方には、冷却液が収容された冷却槽132が配置されている。

螺旋状部材102は、線材を円錐形の螺旋状に形成して作製される。螺旋状部材102は、機械構造用炭素鋼やばね鋼などの各種鋼から作製されたものである。螺旋状部材102の素材は、Fe-C平衡状態図で示される770°Cの磁気変態点(キューリー点)を有しており、螺旋状部材102の温度がこの磁気変態点以下のときは螺旋状部材102が強磁性体であるが、螺旋状部材102の温度がこの磁気変態点を超えたときには螺旋状部材102が強磁性体から常磁性体に変化する。

支持ユニット110は、螺旋状部材102の中空部104に挿入されるセラミックス製で円錐形の支持棒112を有する。支持ユニット110は、支持棒112の先端部112aが差し込まれる凹部124aの形成された支持板124を有する。この支持板124はセラミックス製であり、誘導加熱コイル120の内側に配置されて固定されている。支持棒112の後端部はシリンダ105に取り付けられており、支持棒112はシリンダ105の駆動に伴って矢印A、B方向に移動する。シリンダ105は、支持柱107によってベース台130に固定されている。

螺旋状部材102を支持ユニット110に支持させる際には、シリンダ105を駆動させて支持棒112を矢印A方向に移動させることにより先端部112aが誘導加熱コイル120の内部にわずかに突出した状態にしておき、螺旋状部材102を誘導加熱コイル120の内部に配置し、続いて、シリンダ105を駆動させて支持棒112を矢印B方向に移動させて螺旋状部材102の中空部104に貫通させ、支持棒112の先端部112aを支持板124の凹部124a

に差し込む。これにより、螺旋状部材102は外力などによって自在に回転できるように支持ユニット110に支持される。

螺旋状部材102を支持するために支持棒112が矢印B方向に移動したときの位置が、本発明にいう支持位置であり、支持棒112が矢印A方向に移動して螺旋状部材102を支持できないときの位置が、本発明にいう落下位置である。

誘導加熱コイル120は、図15に示すように台形状のものであり、この台形の内部に螺旋状部材102が配置される。誘導加熱コイル120は、支持棒112に支持された螺旋状部材102を挟んで互いに対向する位置に配置された一対の部分コイル122, 122を有する。この一対の部分コイル122, 122は、螺旋状部材102の外周面に沿ってその長手方向に延びる板状のものである。また、一対の部分コイル122, 122の幅Wは、螺旋状部材102の直径が小さくなるに伴って細くなっている。上記した支持棒112は、一対の部分コイル122, 122に挟まれた位置で、これら一対の部分コイル122, 122に並行に延びている。一対の部分コイル122, 122は、螺旋状部材102の長さ（高さ）よりも長い。

また、誘導加熱コイル120は、台形の上辺に相当する上辺部分コイル126と、台形の下辺に相当する下辺部分コイル128と、上辺部分コイル126を高周波電源131に接続する接続コイル127とを有する。上辺部分コイル126の幅WUは、螺旋状部材102の上端の外径RUよりもやや大きい。下辺部分コイル128の幅WDは、螺旋状部材102の下端の外径RDよりもやや大きい。下辺部分コイル128には、支持棒112が貫通する貫通孔128aが形成されている。また、下辺部分コイル128の内側には、螺旋状部材102がこの下辺部分コイル128に接触することを防止するセラミックス製の邪魔板129が固定されている。

上記した熱処理装置100を使用して螺旋状部材102を焼入れする方法を

説明する。

先ず、シリンダ105を駆動させて支持棒112を矢印A方向に移動させることにより支持棒112の先端部112aが誘導加熱コイル120の内部（各コイル122, 122, 126, 128に囲まれた領域）にわずかに突出した状態にしておき、螺旋状部材102を誘導加熱コイル120の内部に配置し、続いて、シリンダ105を駆動させて支持棒112を矢印B方向に移動させて螺旋状部材102の中空部104に貫通させ、支持棒112の先端部112aを支持板124の凹部124aに差し込む。これにより、螺旋状部材102は外力などによって自在に回転できるように支持ユニット110に支持される。

続いて、高周波電源131から誘導加熱コイル120に所定の電力を所定の供給時間だけ供給する。この供給する電力及び供給時間は、螺旋状部材102の表面層を焼入れするか、螺旋状部材102の全体を焼入れする（ズブ焼）かによって異なる。例えば、電力を80kW、電圧を440V、周波数を49.8kHz、供給時間を2.5秒間とする。このように高周波電源131から誘導加熱コイル120に大電力を短時間だけ供給することにより、図17(a)に示すように、螺旋状部材102のうち一対の部分コイル122, 122に向き合う対向部分106（図17の実線の斜線で示す部分）が短時間（ここでは2.5秒間）で室温から焼入温度（例えば900°C）まで誘導加熱される。

対向部分106が焼入温度まで誘導加熱されている途中で、対向部分106は磁気変態点（ここでは770°C）を通過して、対向部分106が強磁性体から常磁性体に変化する。しかし、実際には平衡状態ではないので、磁気変態点を通過した後、対向部分106が焼入温度に到達した直後に、対向部分106が強磁性体から常磁性体に変化することが実験的に判明した。一方、螺旋状部材102のうち対向部分106以外の未加熱部分108は強磁性体のままである。このため、誘導加熱コイル120が生成している磁界によって螺旋状部材102は回転軸（支持棒112に平行な軸であり、螺旋状部材102の横断面の中央部を貫く軸

)を中心軸として矢印C方向（若しくはその反対方向、外周方向）に90度だけ回転して、図17（b）に示すように、対向部分106が上下に位置すると共に未加熱部分108が一对の部分コイル122, 122に向き合う。この状態では、誘導加熱コイル120に電力が供給され続けているので、対向部分106に続いて未加熱部分108が誘導加熱されて2.5秒間で焼入温度に到達する。

上記したシリンド105は、高周波電源131を制御する制御器（図示せず）によって制御されている。この制御器は、高周波電源131から誘導加熱コイル120に電力を供給し始めてから5.0秒後に、支持棒112を矢印A方向に移動させて落下位置に到達させるようにシリンド105を制御する。従って、螺旋状部材102が誘導加熱され始めてから5.0秒後には螺旋状部材102は落下する。螺旋状部材102が誘導加熱され始めて5.0秒後には、図17（b）に示すように、螺旋状部材102の全体が焼入温度に到達している。螺旋状部材102はこの状態で冷却槽132に落下して冷却されるので、螺旋状部材102の全体は急冷されて硬化する。

以上説明したように、螺旋状部材102の一部分（ここでは、対向部分106）が所定温度（焼入温度）まで誘導加熱された直後に、螺旋状部材102が磁力によって回転し、続いて、他の部分（ここでは、未加熱部分108）を誘導加熱することにより、螺旋状部材102の全体が均一に誘導加熱される。螺旋状部材102はモータなどの駆動源によって回転するように構成されていないので、駆動源の機械的、電気的な誤差に起因してこの回転開始のタイミングがずれることはない。従って、螺旋状部材102の所定部分が均一に誘導加熱されて硬化される。

[実施例4]

図18から図20までを参照して、本発明の実施例4を説明する。

熱処理装置200は、たる形の螺旋状部材202を焼入れするための装置である。熱処理装置200は、螺旋状部材202が自在に回転するようにこの螺旋状

部材 202 を支持する支持ユニット 210 (本発明にいう支持手段の一例である) と、この支持ユニット 210 に回転自在に支持された螺旋状部材 202 を誘導加熱する誘導加熱コイル 220 とを備えている。誘導加熱コイル 220 はセラミックス製の柱 222 等を介してベース台 230 に固定されている。また、支持ユニット 210 に支持された螺旋状部材 202 の下方には、冷却液が収容された冷却槽 232 が配置されている。

螺旋状部材 202 は、線材をたる形の螺旋状に形成して作製される。螺旋状部材 202 は、機械構造用炭素鋼やばね鋼などの各種鋼から作製されたものである。螺旋状部材 202 の素材は、Fe-C 平衡状態図で示される 770°C の磁気変態点 (キューリー点) を有しており、螺旋状部材 202 の温度がこの磁気変態点以下のときは螺旋状部材 202 が強磁性体であるが、螺旋状部材 202 の温度がこの磁気変態点を超えたときには螺旋状部材 202 が強磁性体から常磁性体に変化する。

支持ユニット 210 は、螺旋状部材 202 の中空部 204 に挿入されるセラミックス製の支持棒 212 を有する。支持ユニット 210 は、支持棒 212 の先端部 212a が差し込まれる凹部 224a の形成された支持板 224 も有する。この支持板 224 はセラミックス製であり、誘導加熱コイル 220 の内側に配置されて固定されている。支持棒 212 の後端部はシリンダ 205 に取り付けられており、支持棒 212 はシリンダ 205 の駆動に伴って矢印 A, B 方向に移動する。シリンダ 205 は、支持柱 207 によってベース台 230 に固定されている。

螺旋状部材 202 を支持ユニット 210 に支持させる際には、シリンダ 205 を駆動させて支持棒 212 を矢印 A 方向に移動させることにより先端部 212a が誘導加熱コイル 220 の内部にわずかに突出した状態にしておき、螺旋状部材 202 を誘導加熱コイル 220 の内部に配置し、続いて、シリンダ 205 を駆動させて支持棒 212 を矢印 B 方向に移動させて螺旋状部材 202 の中空部 204 に貫通させ、支持棒 212 の先端部 212a を支持板 224 の凹部 224a

に差し込む。これにより、螺旋状部材 202 は外力などによって自在に回転できるように支持ユニット 210 に支持される。

螺旋状部材 202 を支持するために支持棒 212 が矢印 B 方向に移動したときの位置が、本発明にいう支持位置であり、支持棒 212 が矢印 A 方向に移動して螺旋状部材 202 を支持できないときの位置が、本発明にいう落下位置である。

誘導加熱コイル 220 は、図 18 に示すようにたる形状のものであり、このたる形の内部に螺旋状部材 202 が配置される。誘導加熱コイル 220 は、支持棒 212 に支持された螺旋状部材 202 を挟んで互いに対向する位置に配置された一対の部分コイル 222, 222 を有する。この一対の部分コイル 222, 222 は、螺旋状部材 202 の外周面に沿ってその長手方向に延びる板状のものであり、その中央部が外側に突出するように湾曲している。また、一対の部分コイル 222, 222 の幅 W は、螺旋状部材 202 の直径が小さくなるに伴って狭くなっている。上記した支持棒 212 は、一対の部分コイル 222, 222 に挟まれた位置で、これら一対の部分コイル 222, 222 に並行に延びている。一対の部分コイル 222, 222 は、螺旋状部材 202 の長さ（高さ）よりも長い。

また、誘導加熱コイル 220 は、たる形の上辺に相当する上辺部分コイル 226 と、たる形の下辺に相当する下辺部分コイル 228 と、上辺部分コイル 226 を高周波電源 231 に接続する接続コイル 227 とを有する。上辺部分コイル 226 の幅 WU は、螺旋状部材 202 の最も小さい外径 RM よりもやや大きい。下辺部分コイル 228 の幅も同様である。下辺部分コイル 228 には、支持棒 212 が貫通する貫通孔 228a が形成されている。また、下辺部分コイル 228 の内側には、螺旋状部材 202 がこの下辺部分コイル 228 に接触することを防止するセラミックス製の邪魔板 229 が固定されている。

上記した熱処理装置 200 を使用して螺旋状部材 202 を焼入れする方法を説明する。

先ず、シリンダ205を駆動させて支持棒212を矢印A方向に移動させることにより支持棒212の先端部212aが誘導加熱コイル220の内部（各コイル222, 222, 226, 228に囲まれた領域）にわずかに突出した状態にしておき、螺旋状部材202を誘導加熱コイル220の内部に配置し、続いて、シリンダ205を駆動させて支持棒212を矢印B方向に移動させて螺旋状部材202の中空部204に貫通させ、支持棒212の先端部212aを支持板224の凹部224aに差し込む。これにより、螺旋状部材202は外力などによって自在に回転できるように支持ユニット210に支持される。

続いて、高周波電源231から誘導加熱コイル220に所定の電力を所定の供給時間だけ供給する。この供給する電力及び供給時間は、螺旋状部材202の表面層を焼入れするか、螺旋状部材202の全体を焼入れする（ズブ焼）かによって異なる。例えば、電力を80kW、電圧を440V、周波数を49.8kHz、供給時間を2.5秒間とする。このように高周波電源231から誘導加熱コイル220に大電力を短時間だけ供給することにより、図20(a)に示すように、螺旋状部材202のうち一対の部分コイル222, 222に向き合う対向部分206（図20の実線の斜線で示す部分）が短時間（ここでは2.5秒間）で室温から焼入温度（例えば900°C）まで誘導加熱される。

対向部分206が焼入温度まで誘導加熱されている途中で、対向部分206は磁気変態点（ここでは770°C）を通過して、対向部分206が強磁性体から常磁性体に変化する。しかし、実際には平衡状態ではないので、磁気変態点を通過した後、対向部分206が焼入温度に到達した直後に、対向部分206が強磁性体から常磁性体に変化することが実験的に判明した。一方、螺旋状部材202のうち対向部分206以外の未加熱部分208は強磁性体のままである。このため、誘導加熱コイル220が生成している磁界によって螺旋状部材202は回転軸（支持棒212に平行な軸であり、螺旋状部材202の横断面の中央部を貫く軸）を中心軸として矢印C方向（若しくはその反対方向、外周方向）に90度だけ

回転して、図 20 (b) に示すように、対向部分 206 が上下に位置すると共に未加熱部分 208 が一対の部分コイル 222, 222 に向き合う。この状態では、誘導加熱コイル 220 に電力が供給され続けているので、対向部分 206 に続いて未加熱部分 208 が誘導加熱されて 2.5 秒間で焼入温度に到達する。

上記したシリンド 205 は、高周波電源 231 を制御する制御器 (図示せず) によって制御されている。この制御器は、高周波電源 231 から誘導加熱コイル 220 に電力を供給し始めてから 5.0 秒後に、支持棒 212 を矢印 A 方向に移動させて落下位置に到達させるようにシリンド 205 を制御する。従って、螺旋状部材 202 が誘導加熱され始めてから 5.0 秒後には螺旋状部材 202 は落下する。螺旋状部材 202 が誘導加熱され始めて 5.0 秒後には、図 20 (b) に示すように、螺旋状部材 202 の全体が焼入温度に到達している。螺旋状部材 202 はこの状態で冷却槽 232 に落下して冷却されるので、螺旋状部材 202 の全体は急冷されて硬化する。

以上説明したように、螺旋状部材 202 の一部分 (ここでは、対向部分 206) が所定温度 (焼入温度) まで誘導加熱された直後に、螺旋状部材 202 が磁力によって回転し、続いて、他の部分 (ここでは、未加熱部分 208) を誘導加熱することにより、螺旋状部材 202 の全体が均一に誘導加熱される。螺旋状部材 202 はモータなどの駆動源によって回転するように構成されていないので、駆動源の機械的、電気的な誤差に起因してこの回転開始のタイミングがずれることはない。従って、螺旋状部材 202 の所定部分が均一に誘導加熱されて硬化される。

[実施例 5]

図 21 から図 23 までを参照して、本発明の実施例 5 を説明する。

熱処理装置 300 は、鼓形の螺旋状部材 302 を焼入れするための装置である。熱処理装置 300 は、螺旋状部材 302 が自在に回転するようにこの螺旋状部材 302 を支持する支持ユニット 310 (本発明にいう支持手段の一例である)

と、この支持ユニット310に回転自在に支持された螺旋状部材302を誘導加熱する誘導加熱コイル320とを備えている。誘導加熱コイル320はセラミックス製の柱322等を介してベース台330に固定されている。また、支持ユニット310に支持された螺旋状部材302の下方には、冷却液が収容された冷却槽332が配置されている。

螺旋状部材302は、線材を鼓形の螺旋状に形成して作製される。螺旋状部材302は、機械構造用炭素鋼やばね鋼などの各種鋼から作製されたものである。螺旋状部材302の素材は、Fe-C平衡状態図で示される770°Cの磁気変態点（キューリー点）を有しており、螺旋状部材302の温度がこの磁気変態点以下のときは螺旋状部材302が強磁性体であるが、螺旋状部材302の温度がこの磁気変態点を超えたときには螺旋状部材302が強磁性体から常磁性体に変化する。

支持ユニット310は、螺旋状部材302の中空部304に挿入されるセラミックス製の支持棒312を有する。支持ユニット310は、支持棒312の先端部312aが差し込まれる凹部324aの形成された支持板324も有する。この支持板324はセラミックス製であり、誘導加熱コイル320の内側に配置されて固定されている。支持棒312の後端部はシリンダ305に取り付けられており、支持棒312はシリンダ305の駆動に伴って矢印A、B方向に移動する。シリンダ305は、支持柱307によってベース台330に固定されている。

螺旋状部材302を支持ユニット310に支持させる際には、シリンダ305を駆動させて支持棒312を矢印A方向に移動させることにより先端部312aが誘導加熱コイル320の内部にわずかに突出した状態にしておき、螺旋状部材302を誘導加熱コイル320の内部に配置し、続いて、シリンダ305を駆動させて支持棒312を矢印B方向に移動させて螺旋状部材302の中空部304に貫通させ、支持棒312の先端部312aを支持板324の凹部324aに差し込む。これにより、螺旋状部材302は外力などによって自在に回転でき

るようすに支持ユニット310に支持される。

螺旋状部材302を支持するために支持棒312が矢印B方向に移動したときの位置が、本発明にいう支持位置であり、支持棒312が矢印A方向に移動して螺旋状部材302を支持できないときの位置が、本発明にいう落下位置である。

誘導加熱コイル320は、図21に示すように鼓形状のものであり、この鼓形の内部に螺旋状部材302が配置される。誘導加熱コイル320は、支持棒312に支持された螺旋状部材302を挟んで互いに対向する位置に配置された一対の部分コイル322、322を有する。この一対の部分コイル322、322は、螺旋状部材302の外周面に沿ってその長手方向に延びる板状のものであり、その中央部が内側に突出するように湾曲している。また、一対の部分コイル322、322の幅Wは、螺旋状部材302の直径が小さくなるに伴って狭くなっている。上記した支持棒312は、一対の部分コイル322、322に挟まれた位置で、これら一対の部分コイル322、322に並行に延びている。一対の部分コイル322、322は、螺旋状部材302の長さ（高さ）よりも長い。

また、誘導加熱コイル320は、鼓形の上辺に相当する上辺部分コイル326と、鼓形の下辺に相当する下辺部分コイル328と、上辺部分コイル326を高周波電源331に接続する接続コイル327とを有する。上辺部分コイル326の幅WUは、螺旋状部材302の最も大きい外径RMよりもやや大きい。下辺部分コイル328の幅も同様である。下辺部分コイル328には、支持棒312が貫通する貫通孔328aが形成されている。また、下辺部分コイル328の内側には、螺旋状部材302がこの下辺部分コイル328に接触することを防止するセラミックス製の邪魔板329が固定されている。

上記した熱処理装置300を使用して螺旋状部材302を焼入れする方法を説明する。

先ず、シリンダ305を駆動させて支持棒312を矢印A方向に移動させるこ

とにより支持棒312の先端部312aが誘導加熱コイル320の内部（各コイル322, 322, 326, 328に囲まれた領域）にわずかに突出した状態にしておき、螺旋状部材302を誘導加熱コイル320の内部に配置し、続いて、シリンダ304を駆動させて支持棒312を矢印B方向に移動させて螺旋状部材302の中空部304に貫通させ、支持棒312の先端部312aを支持板324の凹部324aに差し込む。これにより、螺旋状部材302は外力などによって自在に回転できるように支持ユニット310に支持される。

続いて、高周波電源331から誘導加熱コイル320に所定の電力を所定の供給時間だけ供給する。この供給する電力及び供給時間は、螺旋状部材302の表面層を焼入れするか、螺旋状部材302の全体を焼入れする（ズブ焼）かによって異なる。例えば、電力を80kW、電圧を440V、周波数を49.8kHz、供給時間を2.5秒間とする。このように高周波電源331から誘導加熱コイル320に大電力を短時間だけ供給することにより、図23(a)に示すように、螺旋状部材302のうち一対の部分コイル322, 322に向き合う対向部分306(図23の実線の斜線で示す部分)が短時間(ここでは2.5秒間)で室温から焼入温度(例えば900°C)まで誘導加熱される。

対向部分306が焼入温度まで誘導加熱されている途中で、対向部分306は磁気変態点(ここでは770°C)を通過して、対向部分306が強磁性体から常磁性体に変化する。しかし、実際には平衡状態ではないので、磁気変態点を通過した後、対向部分306が焼入温度に到達した直後に、対向部分306が強磁性体から常磁性体に変化することが実験的に判明した。一方、螺旋状部材302のうち対向部分306以外の未加熱部分308は強磁性体のままである。このため、誘導加熱コイル320が生成している磁界によって螺旋状部材302は回転軸(支持棒312に平行な軸であり、螺旋状部材302の横断面の中央部を貫く軸)を中心軸として矢印C方向(若しくはその反対方向、外周方向)に90度だけ回転して、図23(b)に示すように、対向部分306が上下に位置すると共に

未加熱部分 308 が一対の部分コイル 322, 322 に向き合う。この状態では、誘導加熱コイル 320 に電力が供給され続けているので、対向部分 306 に続いて未加熱部分 308 が誘導加熱されて 2. 5 秒間で焼入温度に到達する。

上記したシリンダ 305 は、高周波電源 331 を制御する制御器（図示せず）によって制御されている。この制御器は、高周波電源 331 から誘導加熱コイル 320 に電力を供給し始めてから 5. 0 秒後に、支持棒 312 を矢印 A 方向に移動させて落下位置に到達させるようにシリンダ 305 を制御する。従って、螺旋状部材 302 が誘導加熱され始めてから 5. 0 秒後には螺旋状部材 302 は落下する。螺旋状部材 302 が誘導加熱され始めて 5. 0 秒後には、図 23 (b) に示すように、螺旋状部材 302 の全体が焼入温度に到達している。螺旋状部材 302 はこの状態で冷却槽 332 に落下して冷却されるので、螺旋状部材 302 の全体は急冷されて硬化する。

以上説明したように、螺旋状部材 302 の一部分（ここでは、対向部分 306）が所定温度（焼入温度）まで誘導加熱された直後に、螺旋状部材 302 が磁力によって回転し、続いて、他の部分（ここでは、未加熱部分 308）を誘導加熱することにより、螺旋状部材 302 の全体が均一に誘導加熱される。螺旋状部材 302 はモータなどの駆動源によって回転するように構成されていないので、駆動源の機械的、電気的な誤差に起因してこの回転開始のタイミングがずれることはない。従って、螺旋状部材 302 の所定部分が均一に誘導加熱されて硬化される。

[実施例 6]

図 24 から図 27 までを参照して、本発明の実施例 6 を説明する。ここでは、コイル状部材を焼入れすることによって製造されたものをコイルばねという。

コイルばね熱処理装置 410 は、コイル状に巻かれたコイル状部材 412 が自在に回転するようにこのコイル状部材 412 を支持するセラミックス製で細長い円柱状の支持棒 420 と、この支持棒 420 に回転自在に支持されたコイル状

部材412を誘導加熱する誘導加熱コイル430とを備えている。誘導加熱コイル430はセラミックス製の柱432等を介してベース台440に固定されている。また、支持棒420に支持されたコイル状部材412の下方には、冷却液が収容された冷却槽450が配置されている。

コイル状部材412は、焼入れしていない長尺のばね鋼からなる素材をコイル状に巻いて作製されたものである。コイル状部材412の素材は、Fe-C平衡状態図で示される770℃の磁気変態点(キューリー点)を有しており、コイル状部材412の温度がこの磁気変態点以下のときはコイル状部材412が強磁性体であるが、コイル状部材412の温度がこの磁気変態点を超えたときにはコイル状部材412が強磁性体から常磁性体に変化する。

誘導加熱コイル430の内側であって支持棒420の先端側には、セラミックス製の支持板460が固定されている。この支持板460には、支持棒420の先端部420aが差し込まれる凹部460aが形成されている。支持棒420の後端部はシリンダ462に取り付けられており、支持棒420はシリンダ462の駆動に伴って矢印A、B方向に移動する。シリンダ462は、支持柱464によってベース台440に固定されている。

コイル状部材412を支持棒420で支持する際には、シリンダ462を駆動させて支持棒420を矢印A方向に移動させて、図26(a)に示すように支持棒420の先端部420aが誘導加熱コイル430の内部にわずかに突出した状態にしておき、コイル状部材412を誘導加熱コイル430の内部に配置し、続いて、図26(b)に示すようにシリンダ462を駆動させて支持棒420を矢印B方向に移動させてコイル状部材412の中空部412aに貫通させ、支持棒420の先端部420aを支持板460の凹部460aに差し込む。これにより、コイル状部材412は外力などによって自在に回転できるように支持棒420に支持される。

コイル状部材412を支持するために支持棒420が矢印B方向に移動した

ときの位置が、本発明にいう支持位置であり、支持棒420が矢印A方向に移動してコイル状部材412を支持できないときの位置が、本発明にいう落下位置である。

誘導加熱コイル430は、図25に示すように長方形状のものであり、この長方形の内部にコイル状部材412が配置される。誘導加熱コイル430は、長方形の一対の長辺に相当する一対の長辺部分コイル434, 434と、長方形の短辺に相当する一対の短辺部分コイル436, 436と、一つの短辺部分コイル436を高周波電源470に接続する接続コイル438とを有する。長辺部分コイル434, 434はコイル状部材412の長さL(図24参照)よりも長く、短辺部分コイル436, 436の長さはコイル状部材412の直径R(図27参照)よりも長い。また、長辺部分コイル434, 434及び短辺部分コイル436, 436の幅Wは、コイル状部材412の直径Rよりも長い。一対の短辺コイル436, 436のうち接続コイル438に接続されていない短辺部分コイル436には、支持棒420が貫通する貫通孔436aが形成されている。また、この短辺部分コイル436の内側には、コイル状部材412がこの短辺部分コイル436に接触することを防止するセラミックス製の邪魔板472が固定されている。

一対の長辺部分コイル434, 434は、支持棒420に支持されたコイル状部材412を挟んで互いに対向する位置に配置されており、このコイル状部材412の長手方向(矢印A, B方向と同じ方向)に平行(本発明にいう並行の一例である)に延びている。従って、長辺部分コイル434, 434は、コイル状部材412のうち支持棒420に平行に延びる対向部分に向き合って配置されていることとなる。

上記したコイルばね熱処理装置410を使用してコイル状部材412を焼入れしてコイルばねを熱処理する方法を説明する。

先ず、シリンド462を駆動させて支持棒420を矢印A方向に移動させるこ

とにより、図26(a)に示すように支持棒420の先端部420aが誘導加熱コイル430の内部にわずかに突出した状態にしておき、コイル状部材412を誘導加熱コイル430の内部に配置し、続いて、シリンダ462を駆動させて支持棒420を矢印B方向に移動させてコイル状部材412の中空部412aに貫通させ、図26(b)に示すように支持棒420の先端部420aを支持板460の凹部460aに差し込む。これにより、コイル状部材412は外力などによって自在に回転できるように支持棒420に支持される。

続いて、高周波電源470から誘導加熱コイル430に所定の電力を所定の供給時間だけ供給する。この供給する電力及び供給時間は、コイル状部材412の表面層を焼入れするか、コイル状部材412の全体を焼入れする(ズブ焼)かによって異なる。例えば、電力を80kW、電圧を440V、周波数を49.8kHz、供給時間を2.5秒間とする。このように高周波電源470から誘導加熱コイル430に大電力を短時間だけ供給することにより、図27(a)に示すように、コイル状部材412のうち長辺部分コイル434, 434に向き合う対向部分414(図27の実線の斜線で示す部分)が短時間(ここでは2.5秒間)で室温から焼入温度(例えば900°C)まで誘導加熱される。

対向部分414が焼入温度まで誘導加熱されている途中で、対向部分414は磁気変態点(ここでは770°C)を通過して、対向部分414が強磁性体から常磁性体に変化する。しかし、実際には平衡状態ではないので、磁気変態点を通過した後、対向部分414が焼入温度に到達した直後に、対向部分414が強磁性体から常磁性体に変化することが実験的に判明した。一方、コイル状部材412のうち対向部分414以外の未加熱部分416は強磁性体のままである。このため、長辺部分コイル434, 434で生じている磁界によってコイル状部材412は回転軸(支持棒420に平行な軸であり、コイル状部材412の横断面の中央を貫く軸)を中心軸として矢印C方向(若しくはその反対方向、外周方向)に90度だけ回転して、図27(b)に示すように、対向部分414が上下に位置

すると共に未加熱部分 416 が長辺部分コイル 434, 434 に向き合う。この状態では、誘導加熱コイル 430 に電力が供給され続けているので、対向部分 414 に続いて未加熱部分 416 が誘導加熱されて 2.5 秒間で焼入温度に到達する。

上記したシリンダ 462 は、高周波電源 470 を制御する制御器（図示せず）によって制御されている。この制御器は、高周波電源 470 から誘導加熱コイル 430 に電力を供給し始めてから 5.0 秒後に、支持棒 420 を矢印 A 方向に移動させて落下位置に到達させるようにシリンダ 462 を制御する。従って、コイル状部材 412 が誘導加熱され始めてから 5.0 秒後には、図 26 (c) に示すように、コイル状部材 412 は落下する。コイル状部材 412 が誘導加熱され始めて 5.0 秒後には、図 27 (b) に示すように、コイル状部材 412 の全体が焼入温度に到達している。コイル状部材 412 はこの状態で冷却槽 450 に落下して冷却されるので、コイル状部材 412 の全体は急冷されて硬化する。この結果、高品質のコイルばねを得られることとなる。

以上説明したように、コイル状部材 412 の一部分（ここでは、対向部分 414）が短時間で所定温度（焼入温度）まで誘導加熱された直後に、コイル状部材 412 が磁力によって回転し、続いて、他の部分（ここでは、未加熱部分 416）を誘導加熱することにより、コイル状部材 412 の全体が均一に誘導加熱される。その直後に、支持棒 420 を支持位置から落下位置まで移動させることによりコイル状部材 412 が冷却槽 450 に落下して硬化される。このようにして、コイル状部材 412 が短時間で均一に焼入温度に誘導加熱されて焼入れされるので、組織も硬度も均一なコイルばねが安価に製造されることとなる。また、コイル状部材 412 を誘導加熱する時間は 5.0 秒間以下の短時間であるので、コイル状部材 412 がクローズタイプであってもオープンタイプであっても長手方向両端部がオーバーヒートしない。このため、結晶粒の粗大化などを防止できるので高品質の弁ばね等のコイルばねに熱処理を施せる。

上記の例では、コイル状部材 412 を誘導加熱する時間を 5.0 秒間としたが、誘導加熱コイル 430 に供給する電力を増すことにより、さらに短時間にできる。誘導加熱時間が 5.0 秒間以下のときはコイル状部材 412 の長手方向両端部のオーバーヒートをいっそう確実に抑制できる。

なお、支持棒 420 を長くして複数のコイル状部材 412 を支持して、複数のコイル状部材 412 を一回で焼入れしてもよい。このように複数のコイル状部材 412 を一回で焼入れすることにより、コイルばねをいっそう低コストで熱処理できることとなる。なお、本発明はコイルばねだけでなく、鋼製のコイル状部材を焼入れする用途にも適用できる。

産業上の利用可能性

本発明の第 1 の熱処理装置によれば、支持手段によって支持されているワークのうち回転軸に並行に延びる帯状部分が誘導加熱コイルによって誘導加熱される。所定の磁気変態点を超えたときに強磁性体から常磁性体に変化するワークである場合、上記の帯状部分を誘導加熱した結果、この帯状部分の温度が磁気変態点を超えたときは、この帯状部分が強磁性体から常磁性体に変化する。一方、ワークのうち帯状部分以外の部分（未加熱部分）はほとんど加熱されないので、上記した帯状部分が磁気変態点を超えて、未加熱部分は磁気変態点以下の温度であって強磁性体のままである。従って、誘導加熱コイルが生成している磁界によって未加熱部分が誘導加熱コイルに引き寄せられる。この結果、駆動モータなどが無くてもワークが自然に回転して、未加熱部分が誘導加熱コイルに誘導加熱される。このようにして、ワークのうち帯状部分に続いて未加熱部分も誘導加熱されるので、ワークのうち回転軸に並行な全部分が均一に誘導加熱されることとなる。また、治具等を用いてワークを強制的に回転させる場合は、治具でワークを掴んだり支持したりすることとなるので、治具がワークに接触する接触圧が高くなつてワークが変形するおそれがある。しかし、本発明では、磁力をを利用してワ

ークを自然に回転させてるのでワークの変形を抑制できる。

また、本発明の第2の熱処理装置によれば、支持手段によって支持されているワークのうち回転軸に並行に延びる帯状部分に向き合って配置された誘導加熱コイルによってこの帯状部分が誘導加熱される。所定の磁気変態点を超えたときに強磁性体から常磁性体に変化するワークである場合、上記の帯状部分を誘導加熱した結果、この帯状部分の温度が磁気変態点を超えたときは、この帯状部分が強磁性体から常磁性体に変化する。一方、ワークのうち帯状部分以外の部分（未加熱部分）は誘導加熱コイルに向き合っていないのでほとんど加熱されない。このため、帯状部分が磁気変態点を超えて、未加熱部分は磁気変態点以下の温度であって強磁性体のままである。従って、誘導加熱コイルが生成している磁界によって未加熱部分が誘導加熱コイルに引き寄せられる。この結果、駆動モータなどが無くてもワークが自然に回転して、未加熱部分が誘導加熱コイルに誘導加熱される。このようにして、ワークの帯状部分に續いて未加熱部分も誘導加熱されるので、ワークのうち回転軸に並行な全部分が均一に誘導加熱されることとなる。また、治具等を用いてワークを強制的に回転させる場合は、治具でワークを掴んだり支持したりすることとなるので、治具がワークに接触する接触圧が高くなつてワークが変形するおそれがある。しかし、本発明では、磁力をを利用してワークを自然に回転させてるのでワークの変形を抑制できる。

また、本発明の第3の熱処理装置によれば、支持手段によって支持されているワークの外周面のうち回転軸に並行に延びる帯状部分に向き合って配置された誘導加熱コイルによってこの帯状部分が誘導加熱される。所定の磁気変態点を超えたときに強磁性体から常磁性体に変化するワークである場合、上記の帯状部分を誘導加熱した結果、この帯状部分の温度が磁気変態点を超えたときは、この帯状部分が強磁性体から常磁性体に変化する。一方、ワークの外周面の帯状部分以外の部分（未加熱部分）は誘導加熱コイルに向き合っていないのでほとんど加熱されない。このため、帯状部分が磁気変態点を超えて、未加熱部分は磁気変態

点以下の温度であって強磁性体のままである。従って、誘導加熱コイルが生成している磁界の磁力によって未加熱部分が誘導加熱コイルに引き寄せられる。この結果、駆動モータなどが無くてもワークが自然に回転して、未加熱部分が誘導加熱コイルに誘導加熱される。このようにして、帯状部分に統いて未加熱部分も誘導加熱されるので、ワークのうち回転軸に並行な全部分が均一に誘導加熱されることとなる。また、治具等を用いて柱形状のワークを強制的に回転させる場合は、治具で柱形状のワークを掴んだり支持したりすることとなるので、治具が柱形状のワークに接触する接触圧が高くなつて柱形状のワークが変形するおそれがある。しかし、本発明では、磁力をを利用して柱形状のワークを自然に回転させるので柱形状のワークの変形を抑制できる。

また、本発明の第4の熱処理装置によれば、支持手段によって支持されているワークの帯状部分に向き合つて配置された誘導加熱コイルによってこの帯状部分が誘導加熱される。所定の磁気変態点を超えたときに強磁性体から常磁性体に変化するワークである場合、上記の帯状部分を誘導加熱した結果、この帯状部分の温度が磁気変態点を超えたときは、この帯状部分が強磁性体から常磁性体に変化する。一方、ワークの外周面の帯状部分以外の部分（未加熱部分）は誘導加熱コイルに向き合つていないのでほとんど加熱されない。このため、帯状部分が磁気変態点を超えて、未加熱部分は磁気変態点以下の温度であって強磁性体のままである。従つて、誘導加熱コイルが生成している磁界によって未加熱部分が誘導加熱コイルに引き寄せられる。この結果、駆動モータなどが無くてもワークが自然に回転して、未加熱部分が誘導加熱コイルに誘導加熱される。このようにして、ワークのうち帯状部分に統いて未加熱部分も誘導加熱されるので、ワークのうち支持手段に並行な全部分が均一に誘導加熱されることとなる。また、治具等を用いて筒状ワークを強制的に回転させる場合は、治具で筒状ワークを掴んだり支持したりすることとなるので、治具が筒状ワークに接触する接触圧が高くなつて筒状ワークが変形するおそれがある。しかし、本発明では、磁力をを利用して筒

状ワークを自然に回転させてるので筒状ワークの変形を抑制できる。

また、本発明の第5の熱処理装置によれば、支持棒によって支持されている螺旋状部材の外周面の対向部分に向き合って配置された誘導加熱コイルによってこの対向部分が誘導加熱される。この対向部分を誘導加熱した結果、この対向部分の温度が磁気変態点を超えたときは、この対向部分が強磁性体から常磁性体に変化する。一方、螺旋状部材の外周面の対向部分以外の部分（未加熱部分）は誘導加熱コイルに向き合っていないのでほとんど加熱されない。このため、対向部分が磁気変態点を超えて、未加熱部分は磁気変態点以下の温度であって強磁性体のままである。従って、誘導加熱コイルが生成している磁界によって未加熱部分が誘導加熱コイルに引き寄せられる。この結果、駆動モータなどが無くても螺旋状部材が自然に回転して、未加熱部分が誘導加熱コイルに誘導加熱される。このようにして、螺旋状部材のうち対向部分に統いて未加熱部分も誘導加熱されるので、螺旋状部材のうち回転方向に沿った全部分が均一に誘導加熱されることとなる。また、治具等を用いて螺旋状部材を強制的に回転させる場合は、治具で螺旋状部材を掴んだり支持したりすることとなるので、治具が螺旋状部材に接触する接触圧が高くなつて螺旋状部材が変形するおそれがある。しかし、本発明では、磁力を利用して螺旋状部材を自然に回転させてるので螺旋状部材の変形を抑制できる。

本発明の第1の熱処理方法によれば、回転自在に支持されているワークのうち回転軸に並行な帯状部分が誘導加熱される。所定の磁気変態点を超えたときに強磁性体から常磁性体に変化するワークである場合、上記の帯状部分が所定温度を超えたときには、この帯状部分とは異なる他の部分が磁界によって誘導加熱コイルに引き寄せられるので、駆動モータなどが無くてもワークが自然に回転して、この帯状部分とは異なる他の部分が誘導加熱コイルに近接して誘導加熱される。このようにして、ワークの帯状部分に統いて他の部分も誘導加熱コイルに近接して誘導加熱されるので、ワークのうち回転軸に並行な全ての部分が均一に誘導加

熱されることとなる。また、治具等を用いてワークを強制的に回転させる場合は、治具でワークを掴んだり支持したりすることとなるので、治具がワークに接触する接触圧が高くなつてワークが変形するおそれがある。しかし、本発明では、磁力を利用してワークを自然に回転させてるのでワークの変形を抑制できる。

また、本発明の第2の熱処理方法によれば、回転自在に支持されている柱形状のワークのうち棒状の支持手段に並行な帯状部分が誘導加熱される。所定の磁気変態点を超えたときに強磁性体から常磁性体に変化する柱形状のワークである場合、上記の帯状部分が所定温度を超えたときは、この帯状部分とは異なる他の部分が磁界によって誘導加熱コイルに引き寄せられるので、駆動モータなどが無くとも柱形状のワークが自然に回転して、この帯状部分とは異なる他の部分が誘導加熱コイルに近接して誘導加熱される。このようにして、柱形状のワークの帯状部分に続いて他の部分も誘導加熱コイルに近接して誘導加熱されるので、柱形状のワークのうち回転軸に並行な全ての部分が均一に誘導加熱されることとなる。また、治具等を用いて柱形状のワークを強制的に回転させる場合は、治具で柱形状のワークを掴んだり支持したりすることとなるので、治具が柱形状のワークに接触する接触圧が高くなつて柱形状のワークが変形するおそれがある。しかし、本発明では、磁力を利用して柱形状のワークを自然に回転させてるので柱形状のワークの変形を抑制できる。

また、本発明の第3の熱処理方法によれば、筒状のワークの全体を均一に誘導加熱できる。また、治具等を用いて筒状のワークを強制的に回転させる場合は、治具で筒状のワークを掴んだり支持したりすることとなるので、治具が筒状のワークに接触する接触圧が高くなつて筒状のワークが変形するおそれがある。しかし、本発明では、磁力を利用して筒状のワークを自然に回転させてるので筒状のワークの変形を抑制できる。

また、本発明の第4の熱処理方法によれば、螺旋状部材の全体を均一に誘導加熱できる。また、治具等を用いて螺旋状のワークを強制的に回転させる場合は、

治具で螺旋状のワークを掴んだり支持したりすることとなるので、治具が螺旋状のワークに接触する接触圧が高くなつて螺旋状のワークが変形するおそれがある。しかし、本発明では、磁力を利用して螺旋状のワークを自然に回転させて螺旋状のワークの変形を抑制できる。

また、本発明のコイルばね熱処理方法及びコイルばね熱処理装置によれば、支持棒によって支持されているコイル状部材に長方形状の誘導加熱コイルの長辺が対向するので、コイル状部材のうちこの長辺に対向する部分（対向部分）が誘導加熱される。この対向部分は、コイル状部材の外周のうち約4分の1周の部分と、これと反対側の約4分の1周の部分に相当する。これらの対向部分を誘導加熱した結果、これらの対向部分の温度が磁気変態点を超えたときは、これらの対向部分が強磁性体から常磁性体に変化する。一方、コイル状部材の外周面のうちこれら対向部分以外の部分（未加熱部分）は誘導加熱コイルに向き合っていないのでほとんど加熱されない。このため、これら対向部分が磁気変態点を超えて、未加熱部分は磁気変態点以下の温度であるので強磁性体のままである。従つて、磁界によって未加熱部分が誘導加熱コイルに引き寄せられる。この結果、コイル状部材が回転して、未加熱部分が誘導加熱コイルに誘導加熱される。このようにして、コイル状部材のうち対向部分に続いて未加熱部分も誘導加熱されるので、コイル状部材のうち回転方向に沿つた全部分が均一に焼入温度に誘導加熱されることとなる。また、コイル状部材を誘導加熱した後、支持棒を支持位置から落下位置まで移動させることによりコイル状部材が冷却槽に落下して硬化される。このようにして、コイル状部材が均一に焼入温度に誘導加熱されて焼入れされるので、組織も硬度も均一なコイルばねが安価に製造されることとなる。なお、本発明のコイルばね熱処理方法及びコイルばね熱処理装置は、弁ばねなどの小型のコイルばねを熱処理するのに特に有効である。

請求の範囲

1. 所定の回転軸を中心にしてワークが自在に回転するように該ワークを支持する支持手段と、

該支持手段に支持されているワークのうち前記回転軸に並行に延びる帯状部分を誘導加熱する、固定された誘導加熱コイルとを備えたことを特徴とする熱処理装置。

2. 所定の回転軸を中心にしてワークが自在に回転するように該ワークを支持する支持手段と、

該支持手段に支持されているワークのうち前記回転軸に並行に延びる帯状部分に向き合って配置された誘導加熱コイルとを備えたことを特徴とする熱処理装置。

3. その長手方向に延びる回転軸を中心にして柱形状のワークがその外周方向に自在に回転するように該ワークを支持する支持手段と、

該支持手段に支持されている前記ワークの外周面のうち前記回転軸に並行に延びる帯状部分に向き合って配置された誘導加熱コイルとを備えたことを特徴とする熱処理装置。

4. 筒状のワークの中空部に挿入されて該ワークをその外周方向に回転自在に支持する、該ワークの長手方向に延びる棒状の支持手段と、

該支持手段に支持されている前記ワークの外周面のうち前記支持手段に並行に延びる帯状部分に向き合って配置された、前記支持手段に並行に延びる誘導加熱コイルとを備えたことを特徴とする熱処理装置。

5. 前記支持手段は、

所定の磁気変態点以下では強磁性体であって、該磁気変態点を超えたときに常磁性体に変化するワークを支持するものであることを特徴とする請求の範囲第1項から第4項までのうちのいずれか一項に記載の熱処理装置。

6. 前記支持手段は、前記ワークを支持する支持位置から該ワークを支持せずに落下させる落下位置まで移動するものであり、

該支持手段に支持されたワークの下方に配置された、冷却液が収容される冷却槽を備えたことを特徴とする請求の範囲第1項から第5項までのうちのいずれか一項に記載の熱処理装置。

7. 前記誘導加熱コイルは、

前記ワークを挟んで互いに対向する位置に配置された一対の部分コイルを有するものであることを特徴とする請求の範囲第1項から第6項までのうちのいずれか一項に記載の熱処理装置。

8. 前記誘導加熱コイルは、長方形状の誘導加熱コイルであって、

前記支持手段は、

前記長方形状の誘導加熱コイルの一対の長辺に挟まれた位置で、これら一対の長辺に並行に延びるワークを支持するものであることを特徴とする請求の範囲第1項から第7項までのうちのいずれか一項に記載の熱処理装置。

9. 所定の磁気変態点を超えたときに強磁性体から常磁性体に変化する線材を螺旋状に形成した螺旋状部材の中空部に挿入されて該螺旋状部材をその外周方向に回転自在に支持するセラミックス製の支持棒と、

該支持棒に支持されている前記螺旋状部材の外周面のうち前記支持棒を挟んで対向する対向部分に向き合って配置された誘導加熱コイルとを備えたことを

特徴とする熱処理装置。

10. 前記誘導加熱コイルは、

前記螺旋状部材を挟んで互いに対向する位置に配置された一对の部分コイルを有するものであることを特徴とする請求の範囲第9項に記載の熱処理装置。

11. 前記一对の部分コイルは、前記螺旋状部材の外周面に沿ってその長手方向に延びるものであって、

前記支持棒は、

前記一对の部分コイルに挟まれた位置で、これら一对の部分コイルに並行に延びるものであることを特徴とする請求の範囲第10項に記載の熱処理装置。

12. 前記支持棒は、前記螺旋状部材を支持する支持位置から該螺旋状部材を支持せずに落下させる落下位置まで移動するものであり、

該支持棒に支持されたワークの下方に配置された、冷却液が収容される冷却槽を備えたことを特徴とする請求の範囲第9項、第10項、又は第11項に記載の熱処理装置。

13. 所定の回転軸を中心にしてワークが自在に回転するように該ワークを支持しておき、

該ワークのうち前記回転軸に並行に延びる帯状部分に誘導加熱コイルを近接させてこの帯状部分を誘導加熱し、

該帯状部分が所定温度を超えたときに前記ワークが磁力で回転して、前記帯状部分とは異なる他の部分が前記誘導加熱コイルに近接して誘導加熱されることを特徴とする熱処理方法。

14. 柱形状のワークをその外周方向に回転自在に支持しておき、この柱形状のワークの外周面のうちこの柱形状のワークの高さ方向に延びる帯状部分に誘導加熱コイルを近接させてこの帯状部分を誘導加熱し、該帯状部分が所定温度を超えたときに前記柱形状のワークが磁力で回転して、前記帯状部分とは異なる他の部分が前記誘導加熱コイルに近接して誘導加熱されることを特徴とする熱処理方法。

15. 筒状のワークの中空部に挿入された棒状の支持手段で該ワークをその外周方向に回転自在に支持しておき、前記支持手段に支持されている前記ワークの外周面のうち前記支持手段に並行に延びる帯状部分に誘導加熱コイルを近接させてこの帯状部分を誘導加熱し、該帯状部分が所定温度を超えたときに該ワークが磁力で回転して、前記帯状部分とは異なる他の部分が前記誘導加熱コイルに近接して誘導加熱されることを特徴とする熱処理方法。

16. 所定の磁気変態点を超えたときに強磁性体から常磁性体に変化する素材から作製された螺旋状部材の中空部にセラミックス製の支持棒を挿入して該螺旋状部材をその外周方向に回転自在に支持しておき、該支持棒に支持されている前記螺旋状部材の外周面のうち前記支持棒を挟んで対向する対向部分に誘導加熱コイルを近接させてこの対向部分を誘導加熱し、これら対向部分が前記磁気変態点を超えたときに前記螺旋状部材が磁力で回転して、該螺旋状部材の外周面のうち前記対向部分とは異なる他の部分が前記誘導加熱コイルに近接して誘導加熱されることを特徴とする熱処理方法。

17. 前記螺旋状部材が所定の焼入温度になったときに、前記支持棒を前記螺旋状部材の中空部から引き抜いて該螺旋状部材を、冷却液が収容された冷却槽に

落下させることを特徴とする請求の第 16 項に記載の熱処理方法。

18. 所定の磁気変態点を超えたときに強磁性体から常磁性体に変化する線材をコイル状に形成したコイルばねの中空部に挿入されて該コイルばねをその外周方向に回転自在に支持するセラミックス製の支持棒と、

該支持棒に支持されている前記コイルばねの外周面のうち前記支持棒を挟んで対向する対向部分に向き合って配置された誘導加熱コイルとを備えたことを特徴とする熱処理装置。

19. 前記誘導加熱コイルは、

前記コイルばねを挟んで互いに対向する位置に配置された一対の部分コイルを有するものであることを特徴とする請求の範囲第 18 項に記載の熱処理装置。

20. 前記一対の部分コイルは、前記コイルばねの外周面に沿ってその長手方向に延びるものであって、

前記支持棒は、

前記一対の部分コイルに挟まれた位置で、これら一対の部分コイルに並行に延びるものであることを特徴とする請求の範囲第 19 項に記載の熱処理装置。

21. 前記支持棒は、前記コイルばねを支持する支持位置から該コイルばねを支持せずに落下させる落下位置まで移動するものであり、

該支持棒に支持されたコイルばねの下方に配置された、冷却液が収容される冷却槽を備えたことを特徴とする請求の範囲第 18 項、第 19 項、又は第 20 項に記載の熱処理装置。

22. 所定の磁気変態点を超えたときに強磁性体から常磁性体に変化する素材

から作製されたコイルばねの中空部にセラミックス製の支持棒を挿入して該コイルばねをその外周方向に回転自在に支持しておき、

該支持棒に支持されている前記コイルばねの外周面のうち前記支持棒を挟んで対向する対向部分に誘導加熱コイルを近接させてこの対向部分を誘導加熱し、

これら対向部分が前記磁気変態点を超えたときに前記コイルばねが磁力で回転して、該コイルばねの外周面のうち前記対向部分とは異なる他の部分が前記誘導加熱コイルに近接して誘導加熱されることを特徴とする熱処理方法。

23. 前記コイルばねが所定の焼入温度になったときに、前記支持棒を前記コイルばねの中空部から引き抜いて該コイルばねを、冷却液が収容された冷却槽に落下させることを特徴とする請求の範囲第22項に記載の熱処理方法。

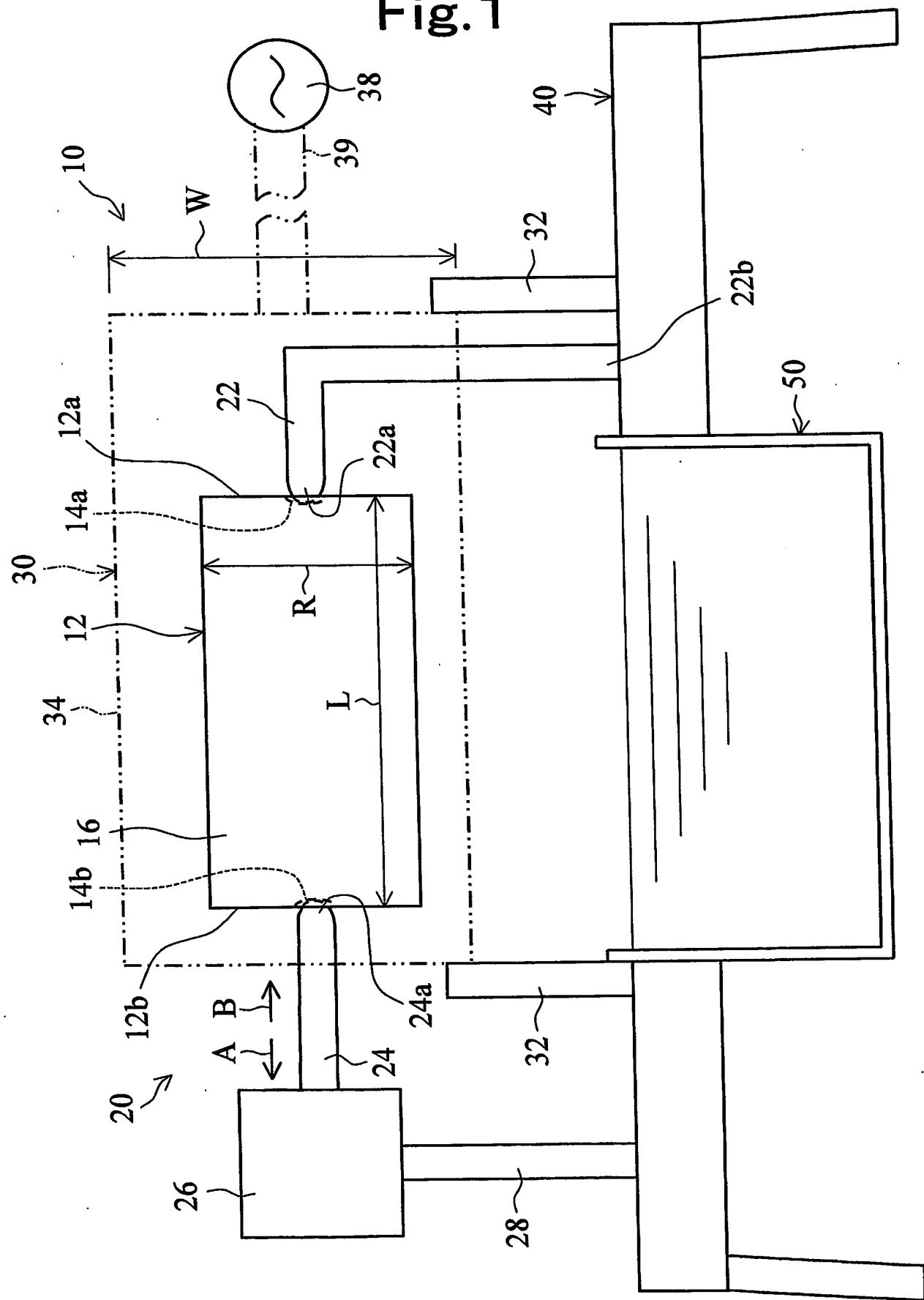
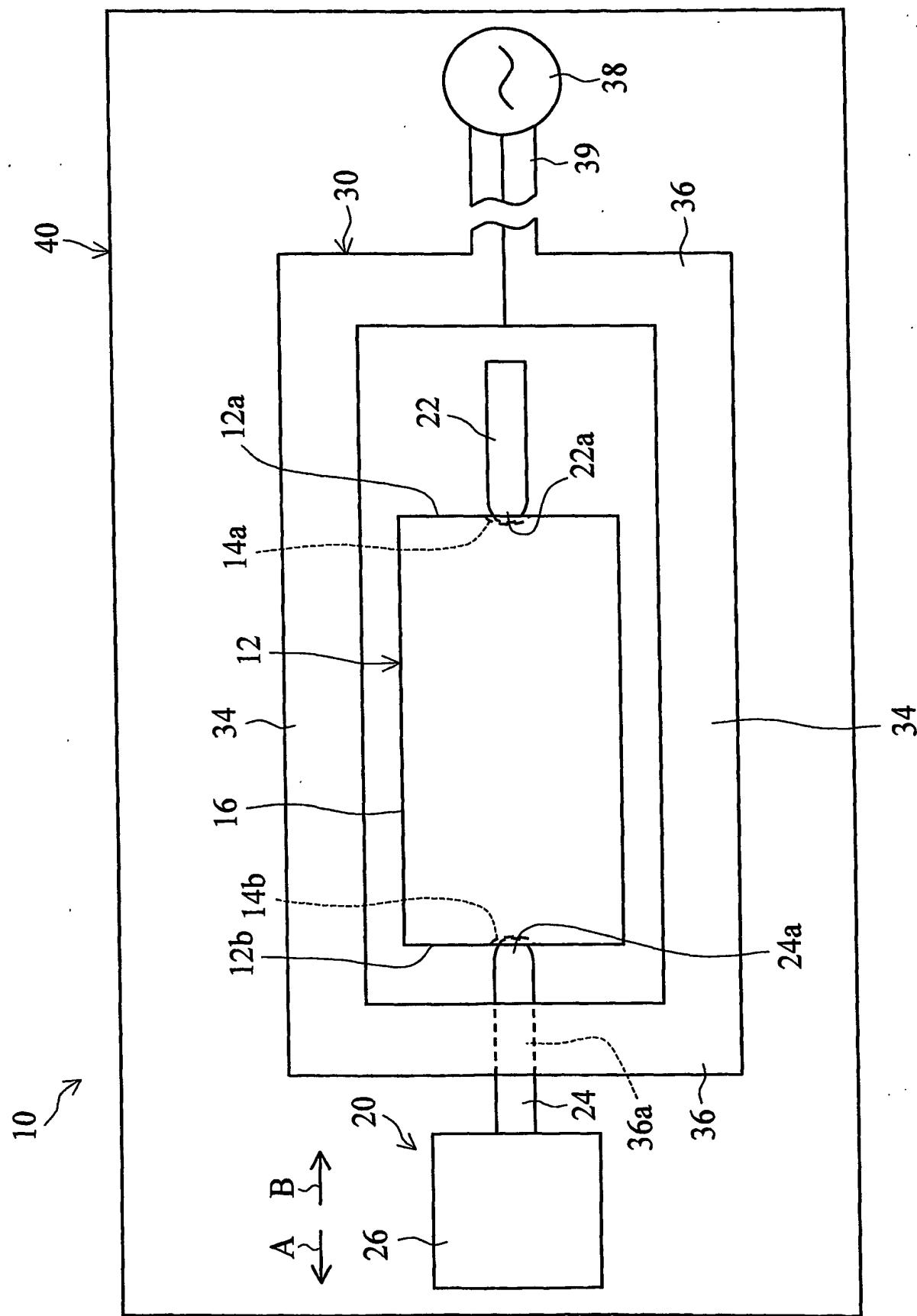
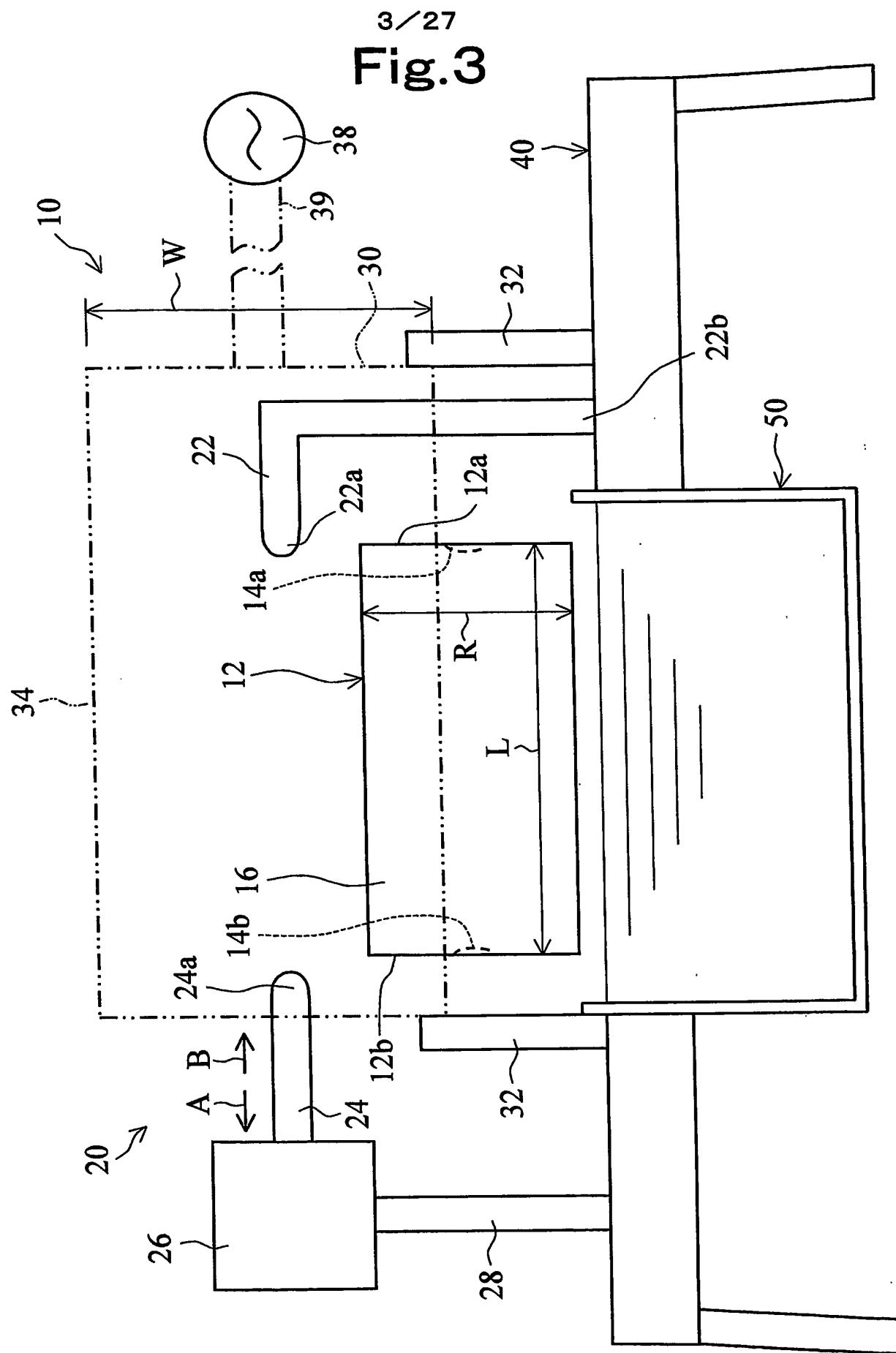
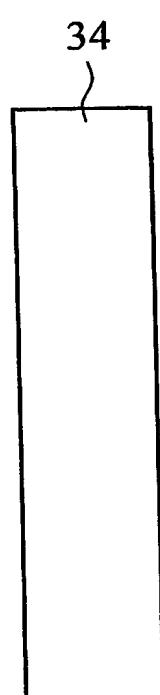
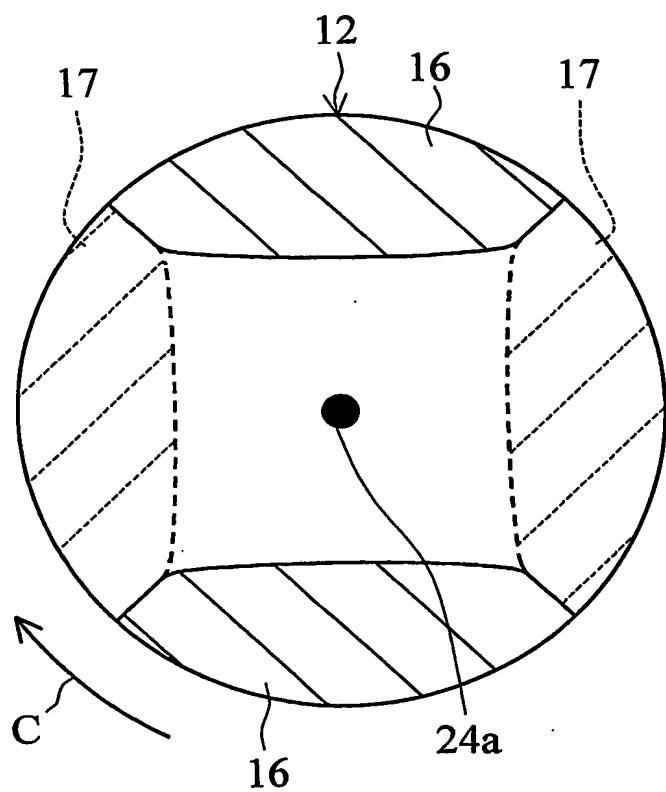
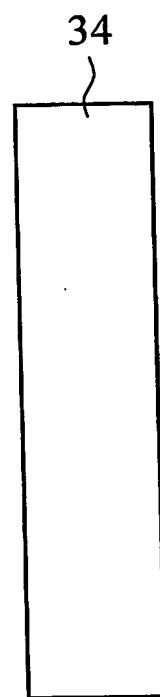
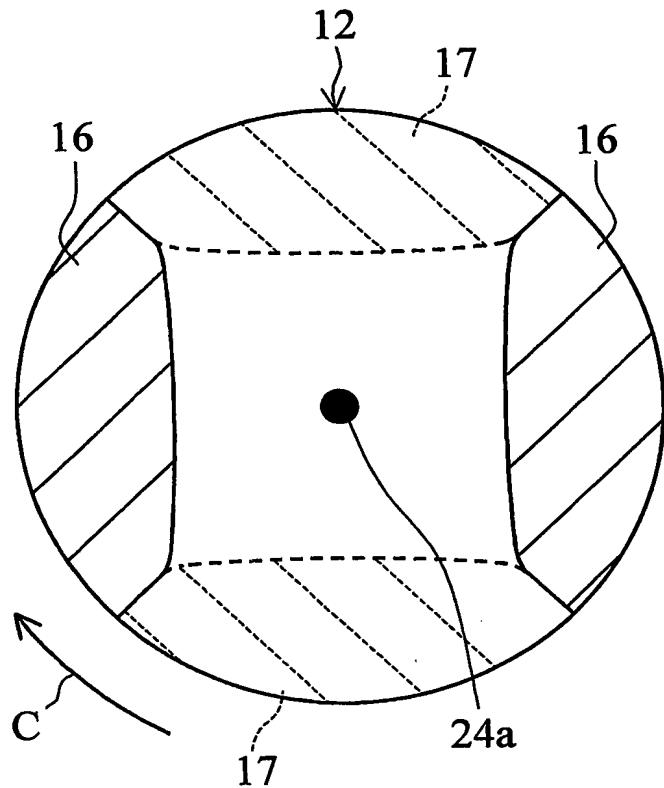
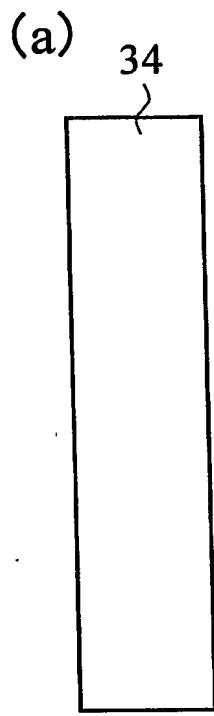
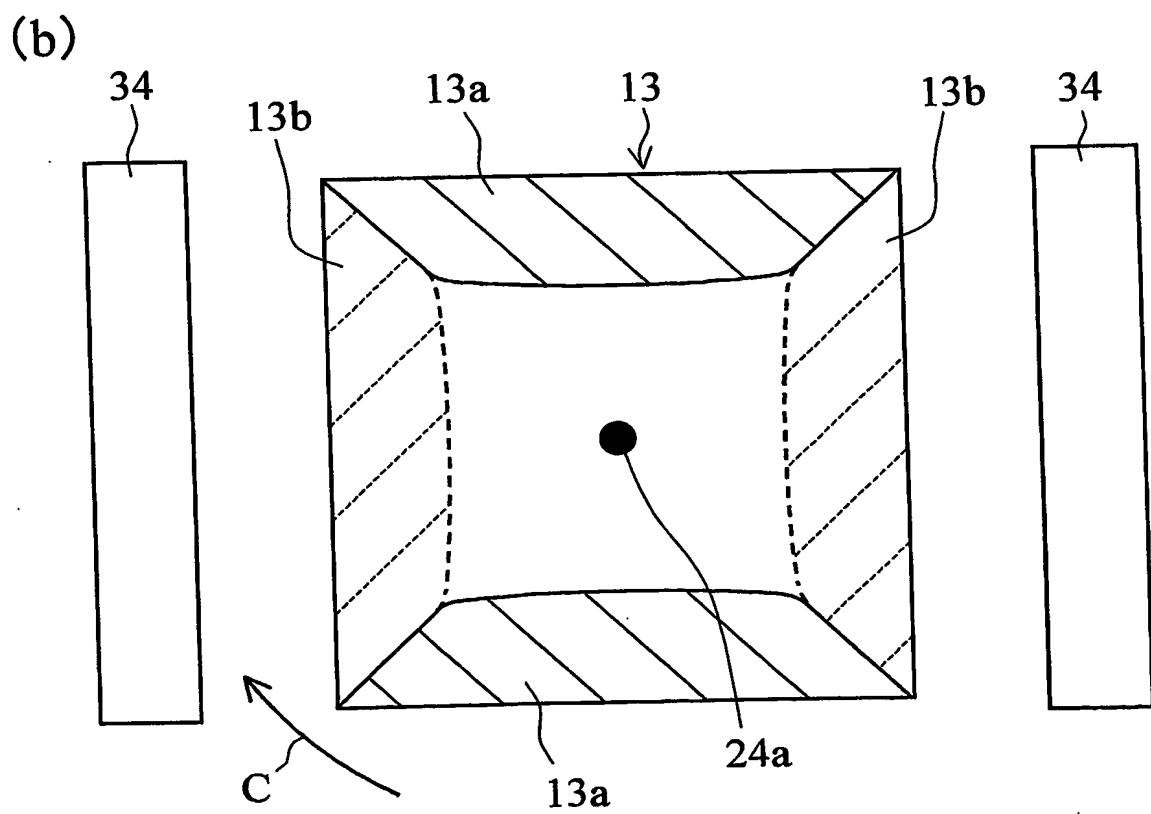
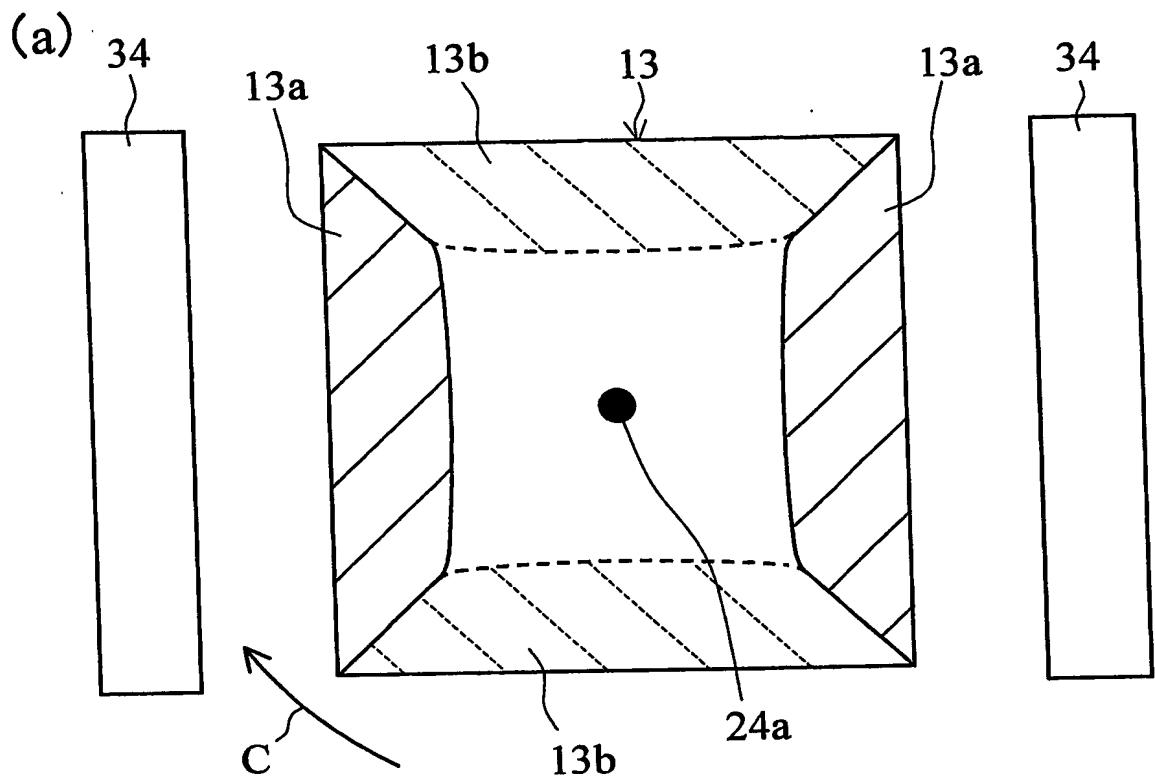
1/27
Fig. 1

Fig.2



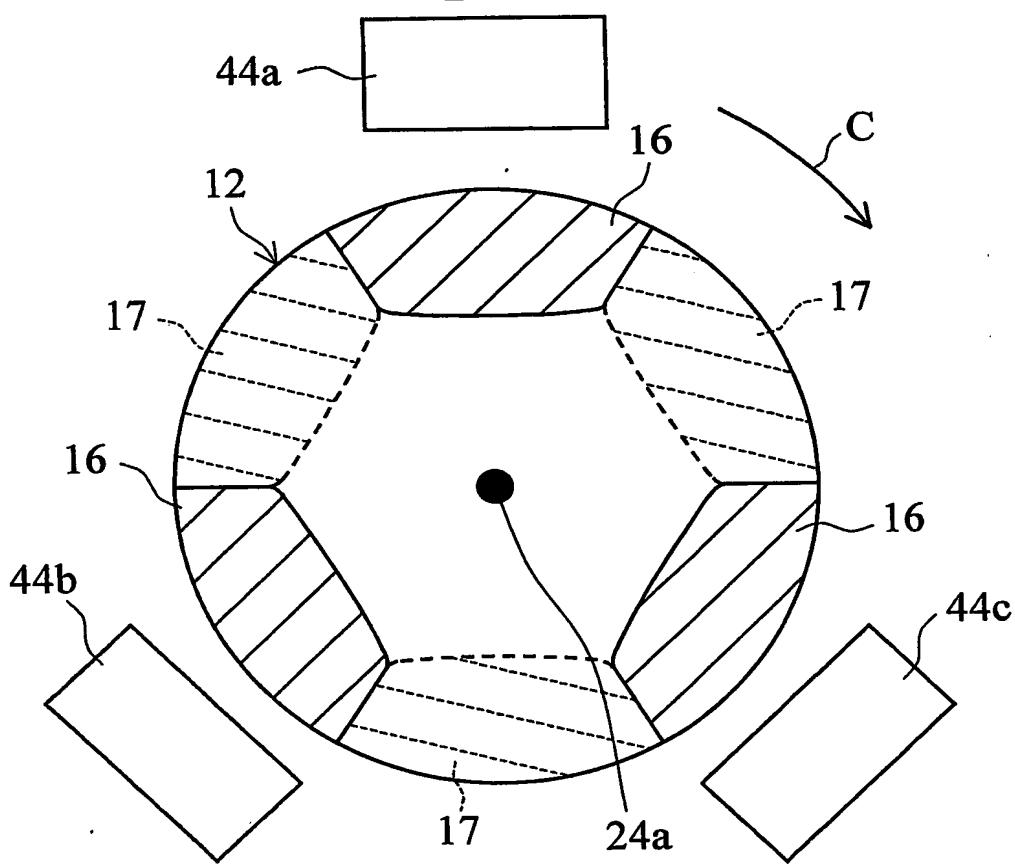


4/27
Fig.4

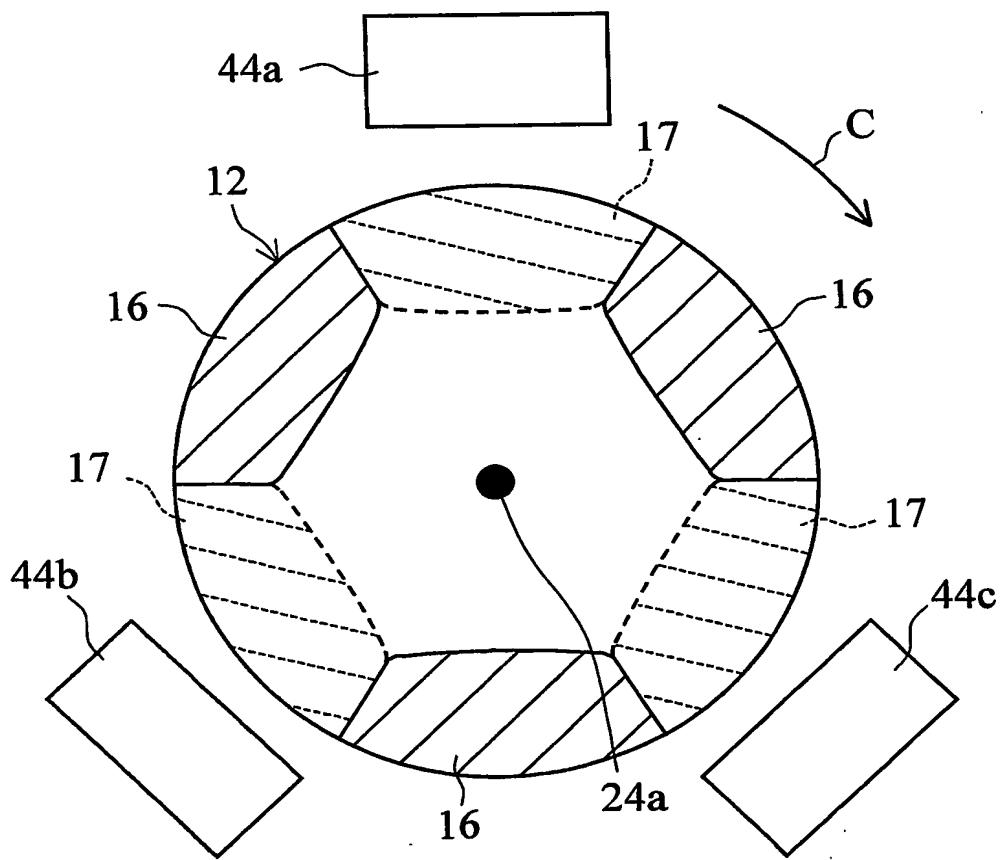
5/27
Fig.5

6/27
Fig. 6

(a)

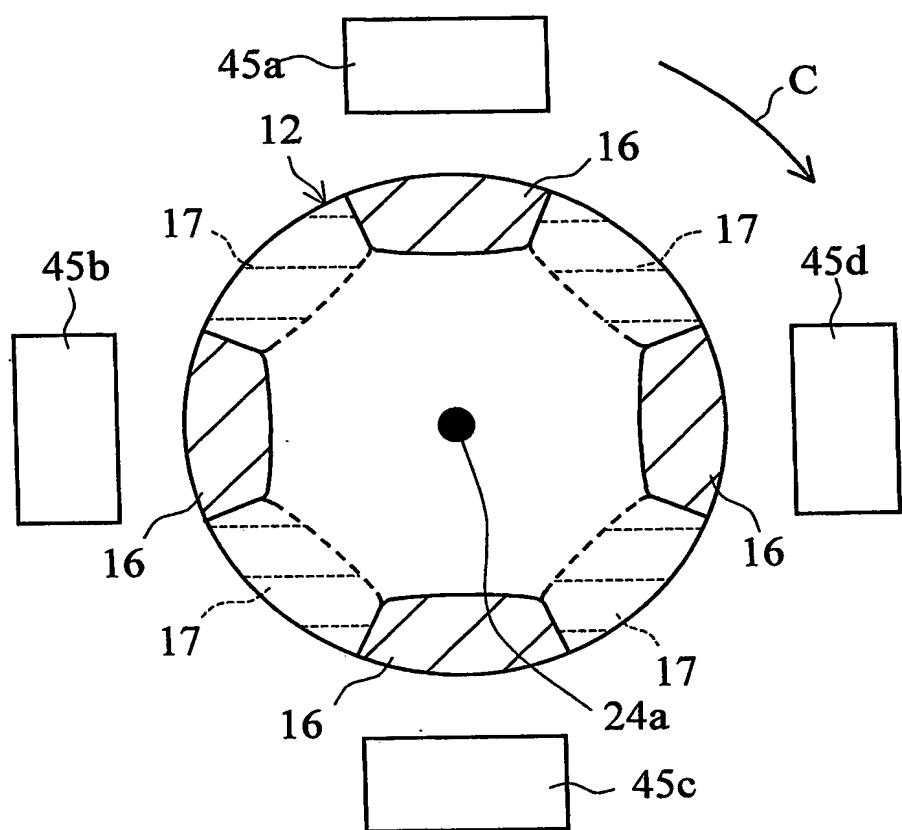


(b)

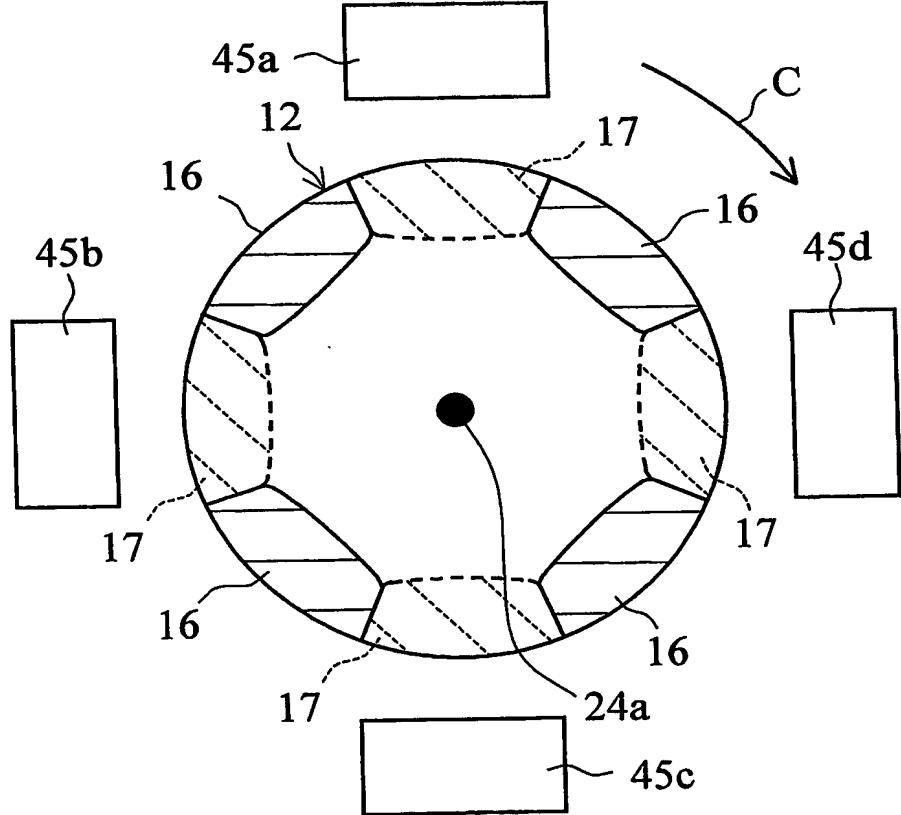


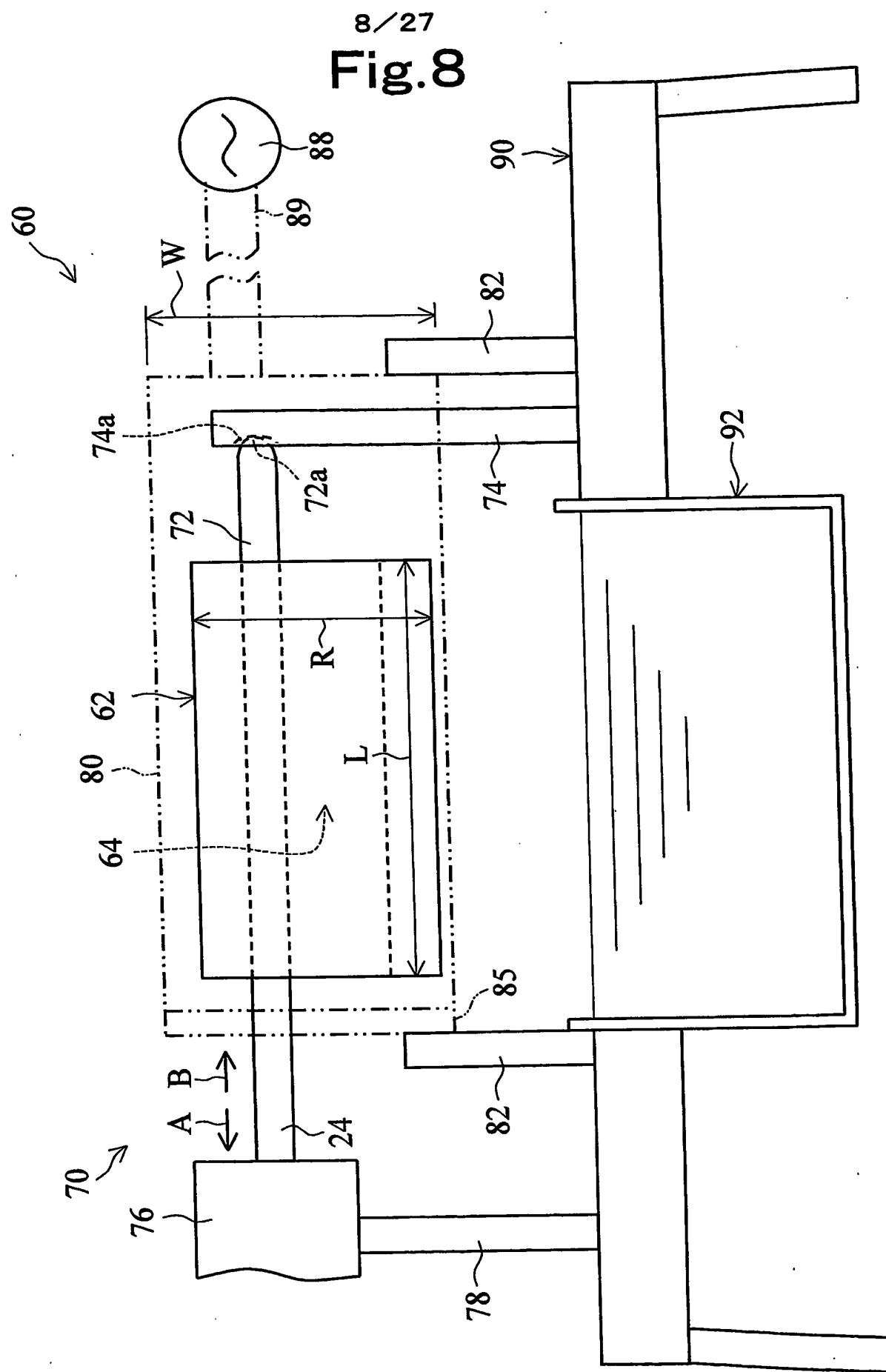
7/27
Fig. 7

(a)

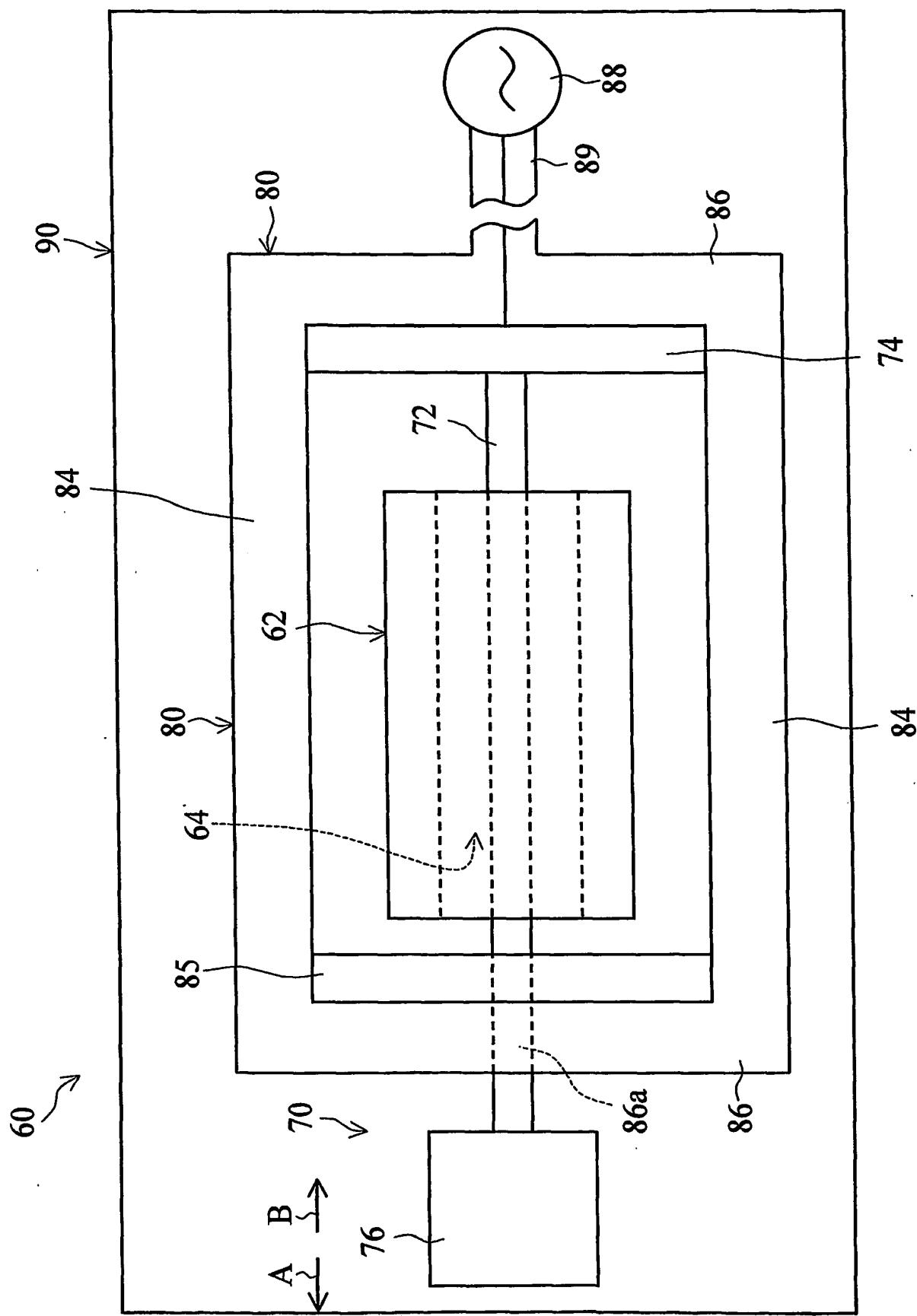


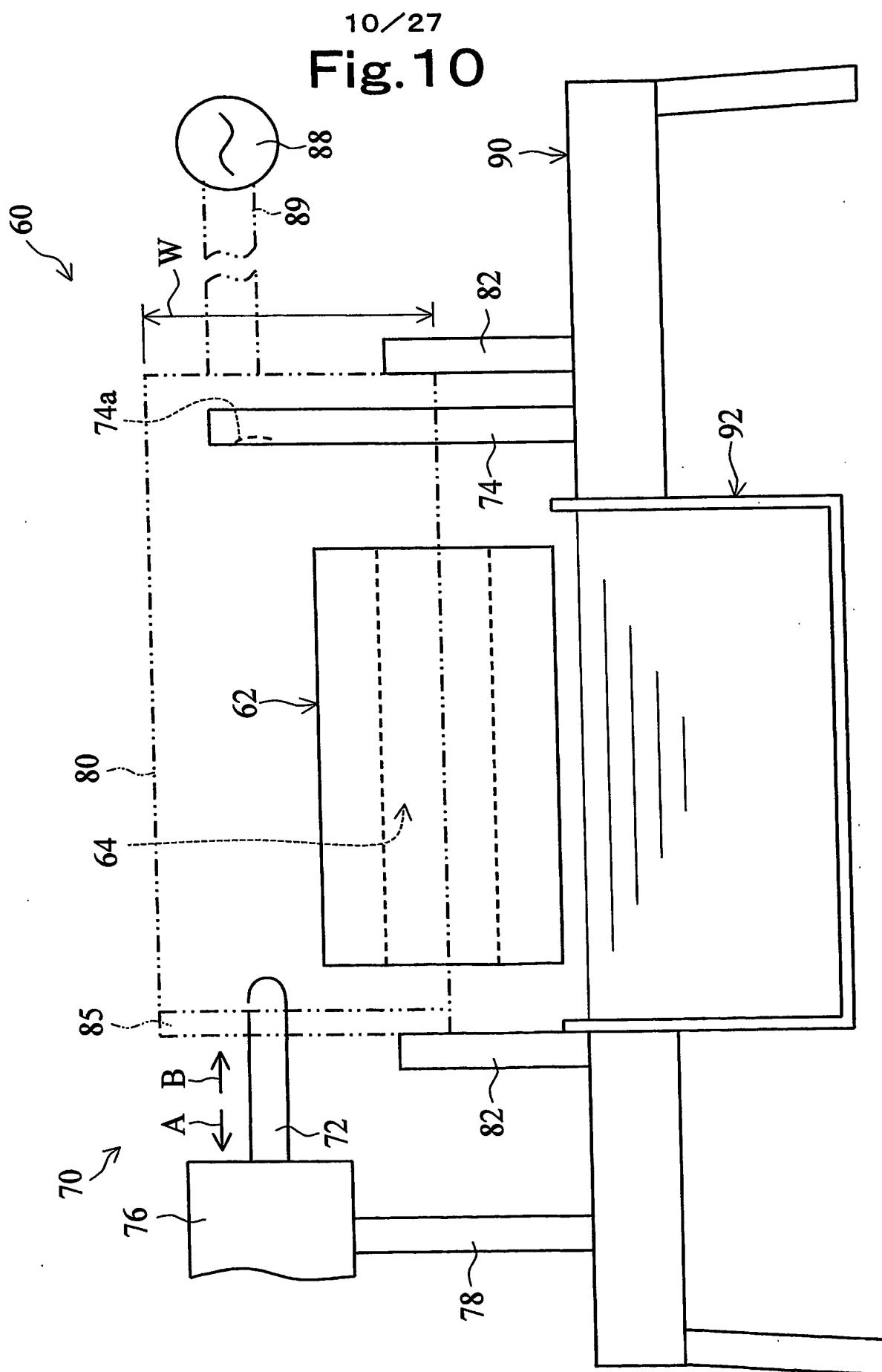
(b)

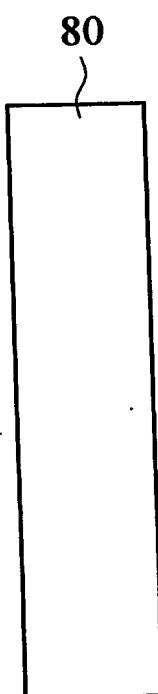
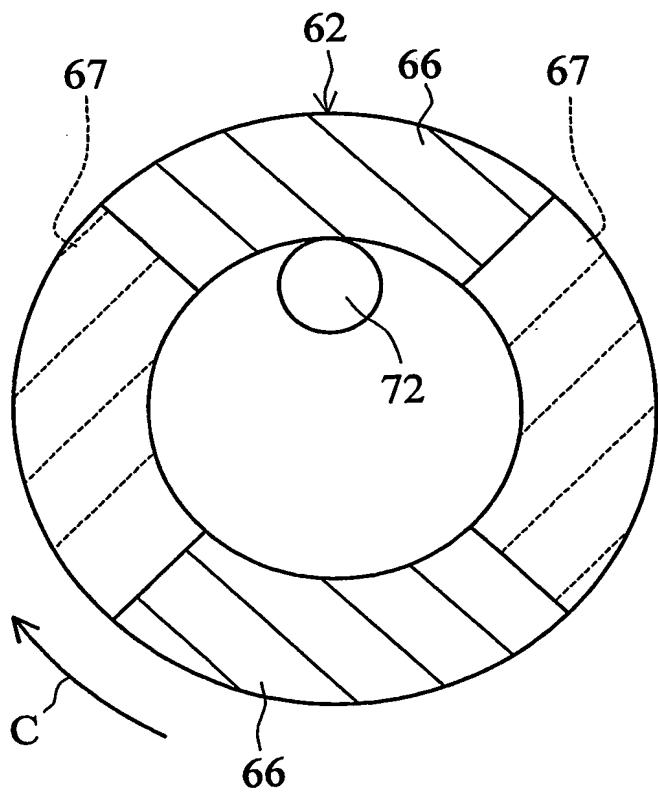
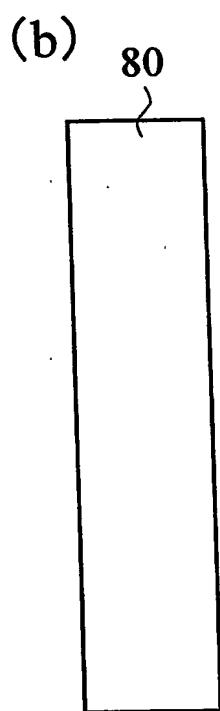
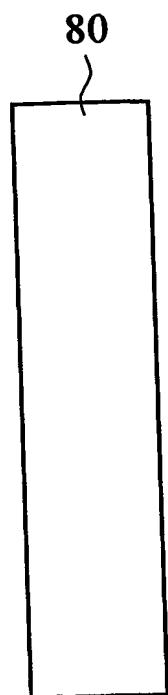
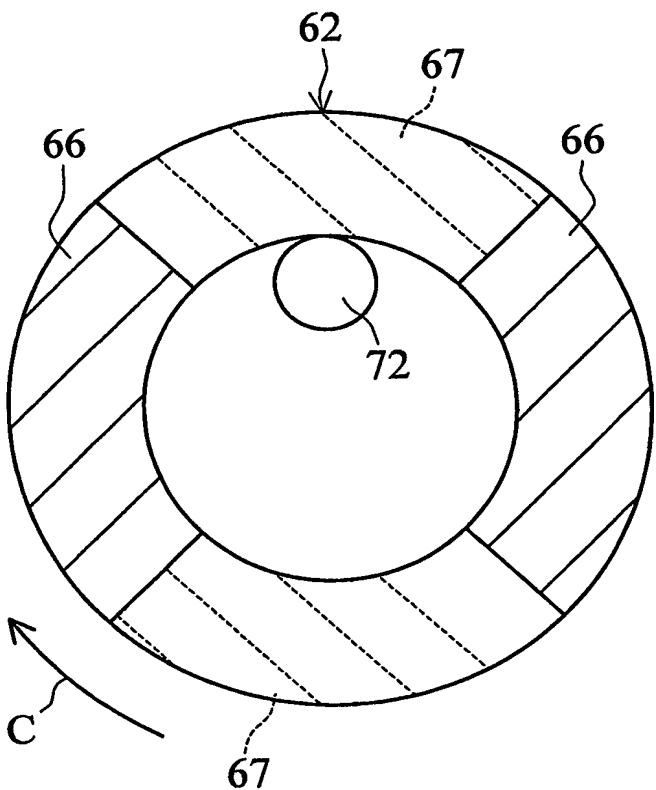
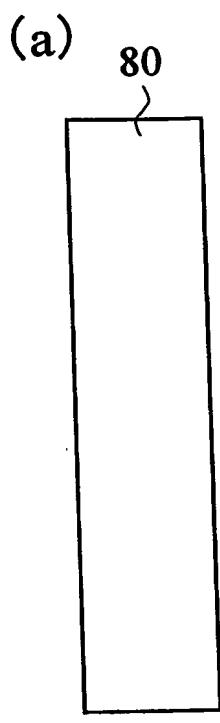




9/27
Fig. 9





11/27
Fig. 11

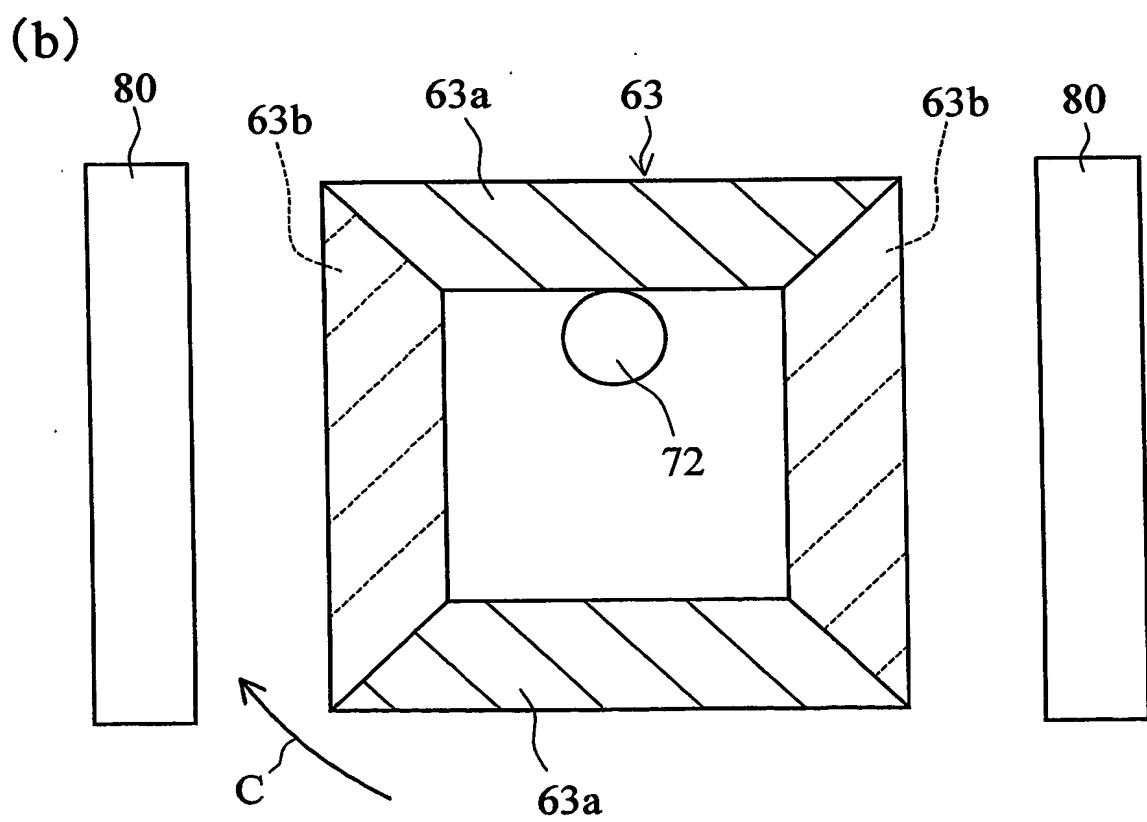
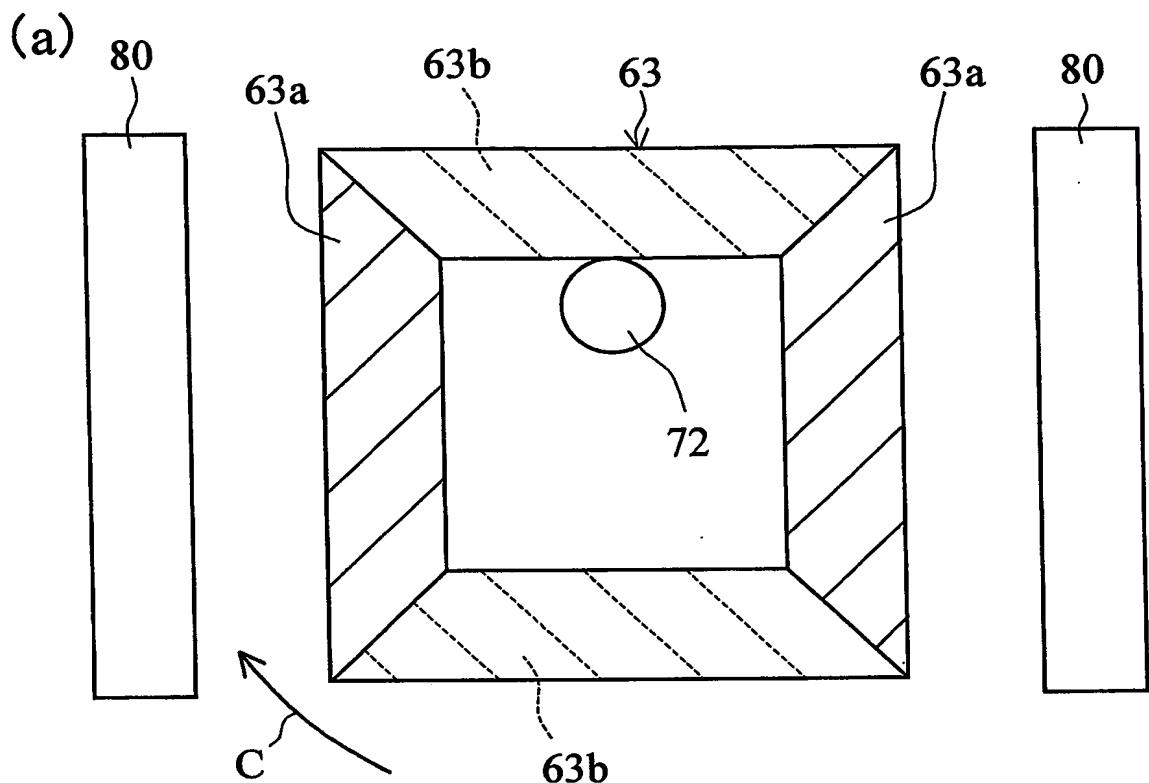
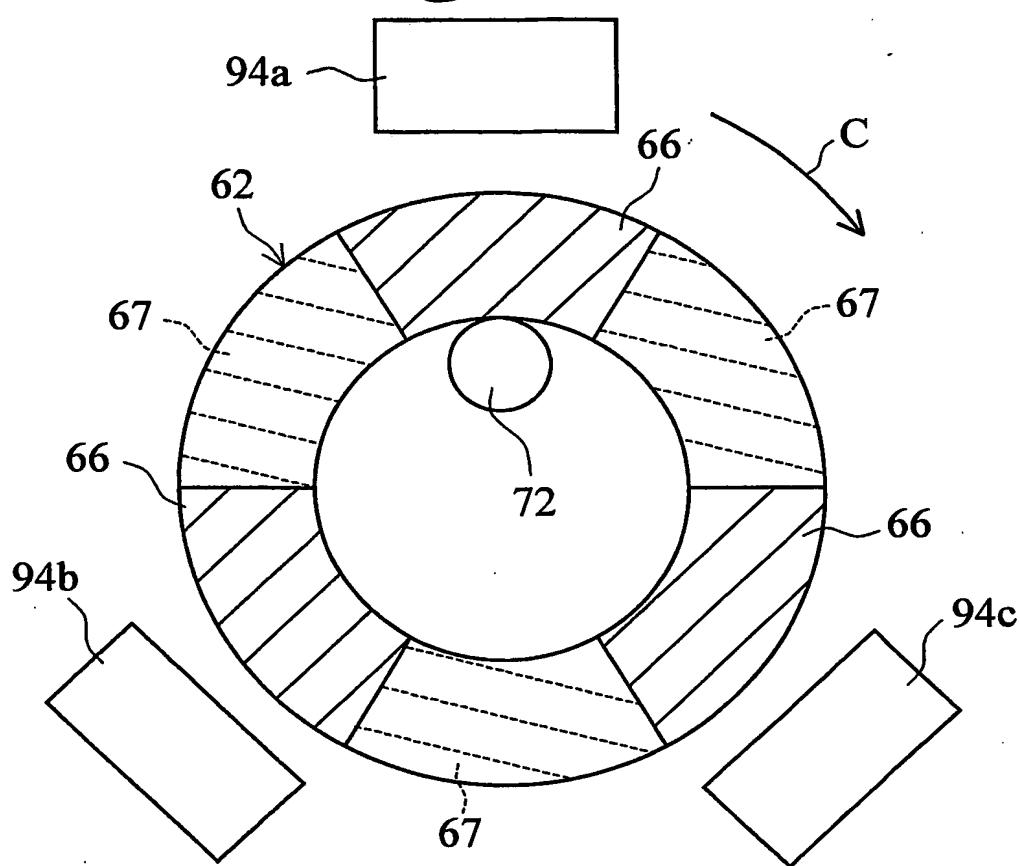
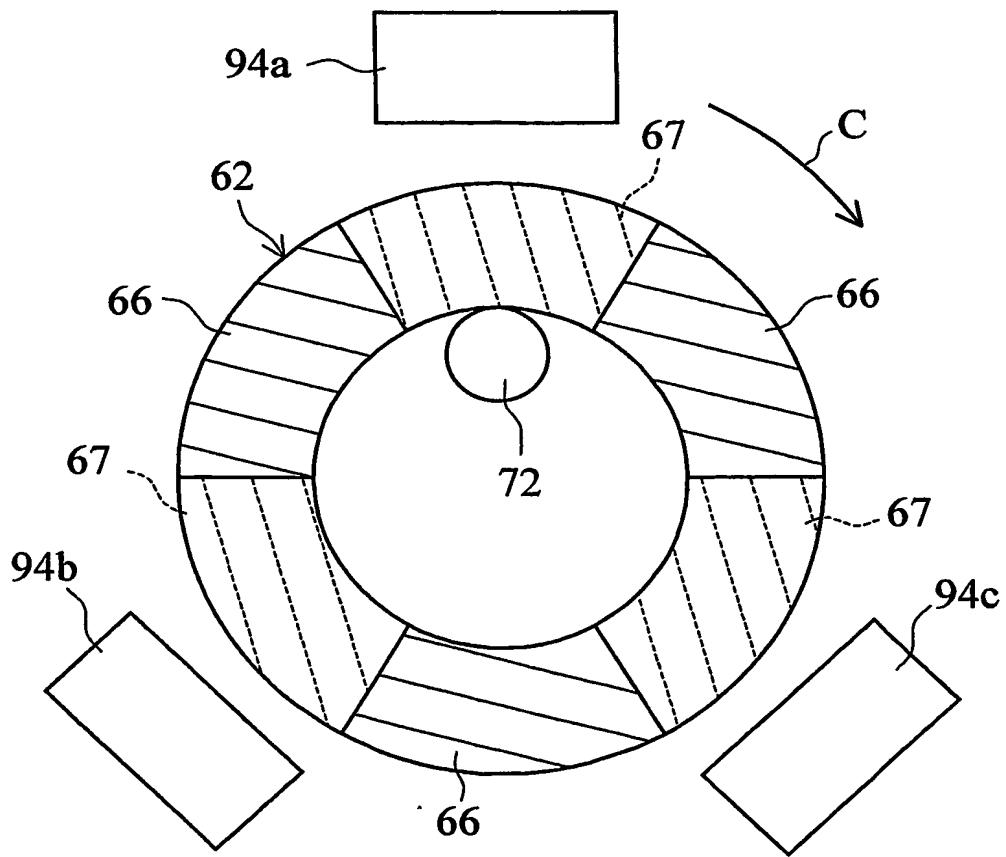
12/27
Fig. 12

Fig. 13

(a)

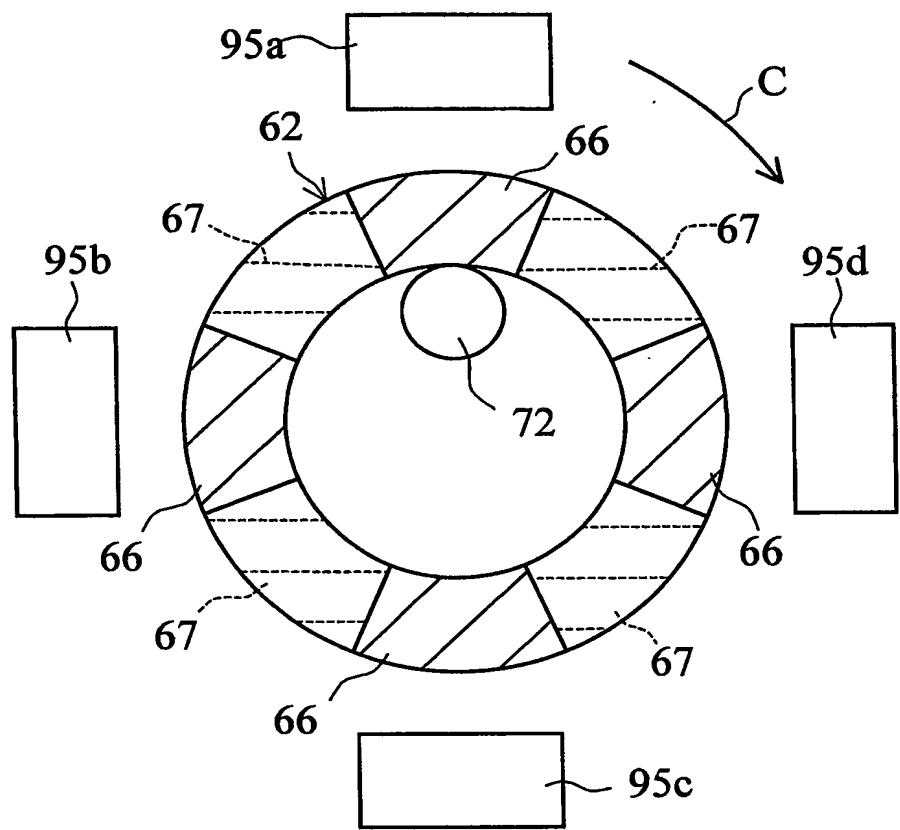


(b)

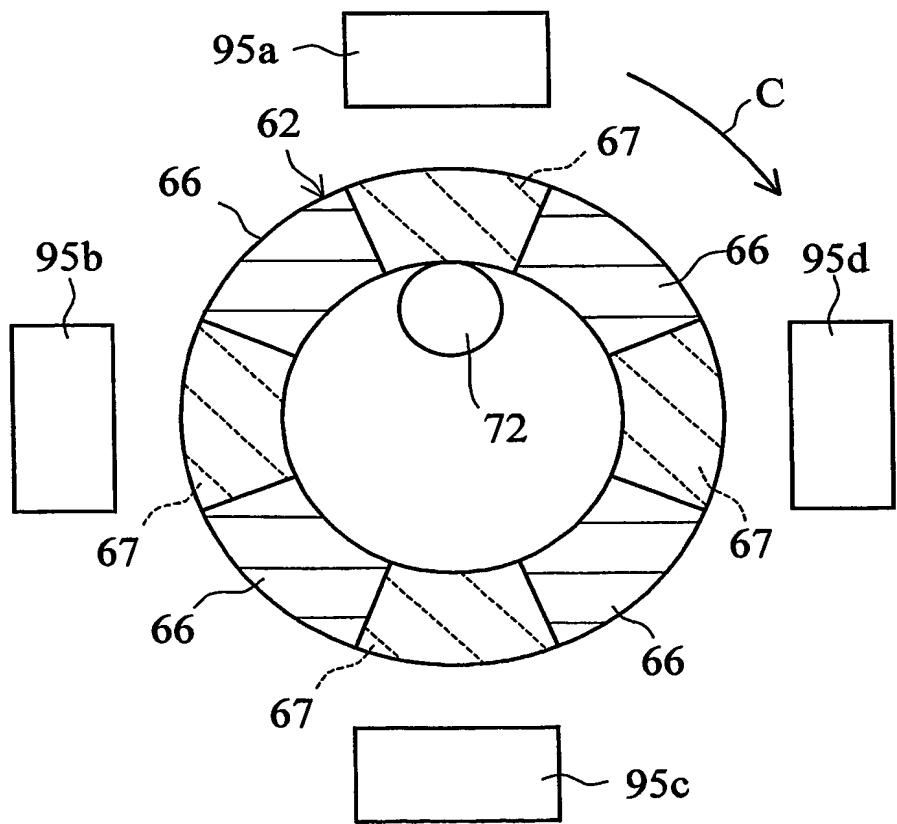


14/27
Fig. 14

(a)

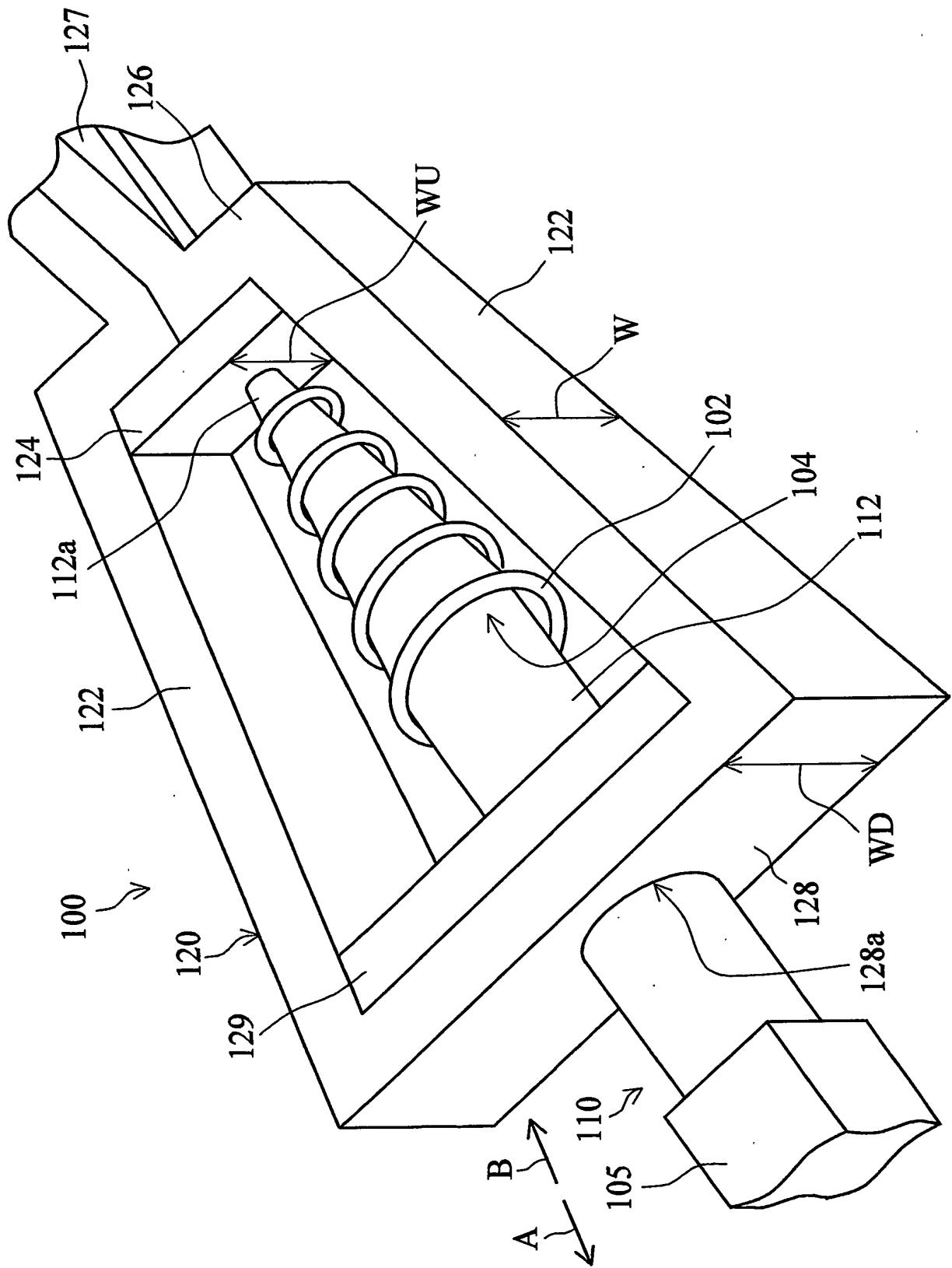


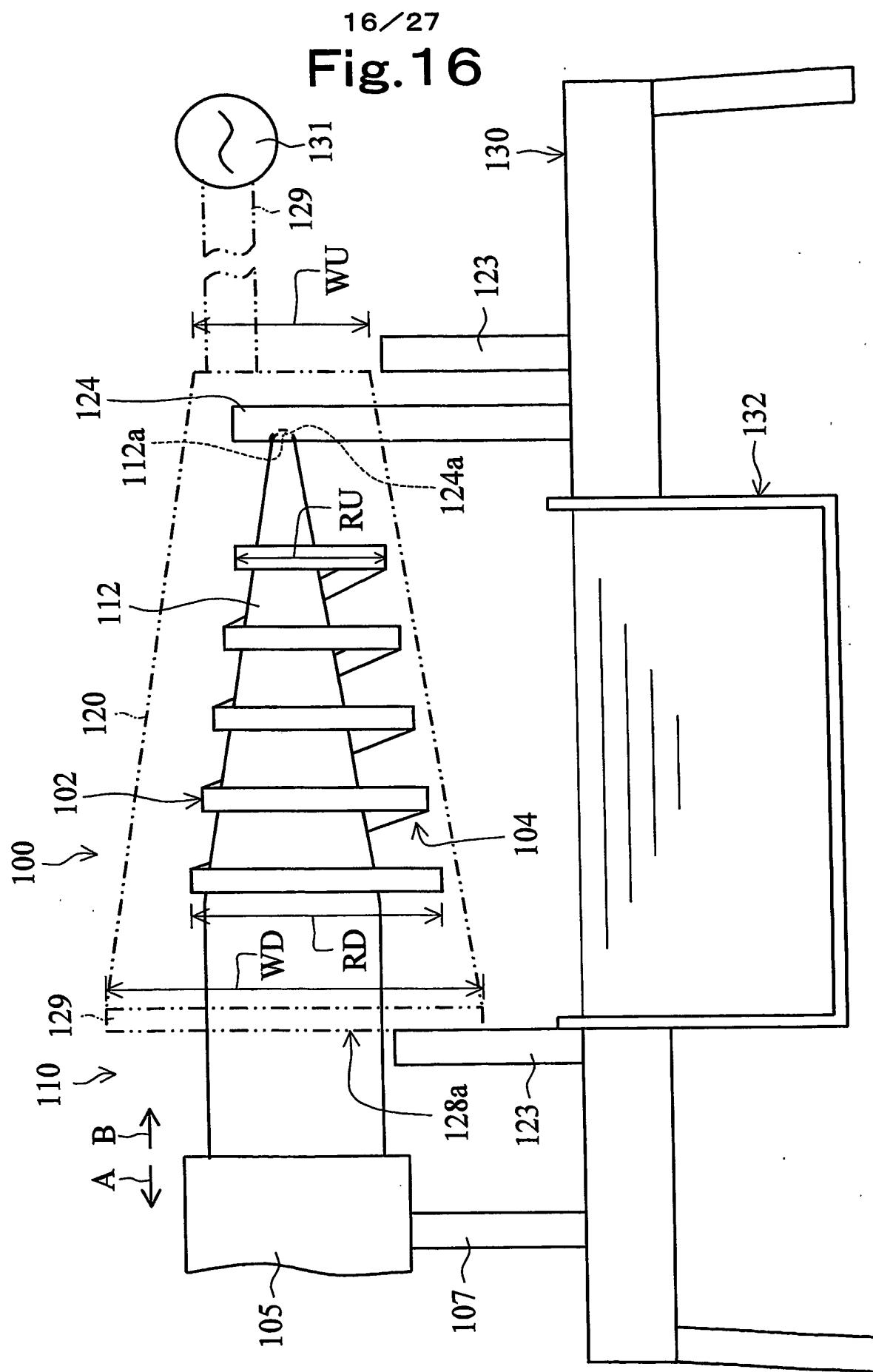
(b)

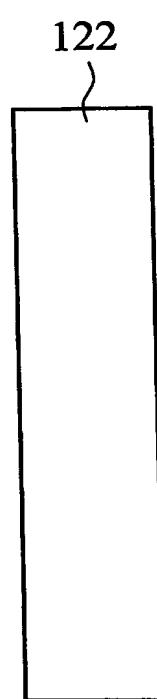
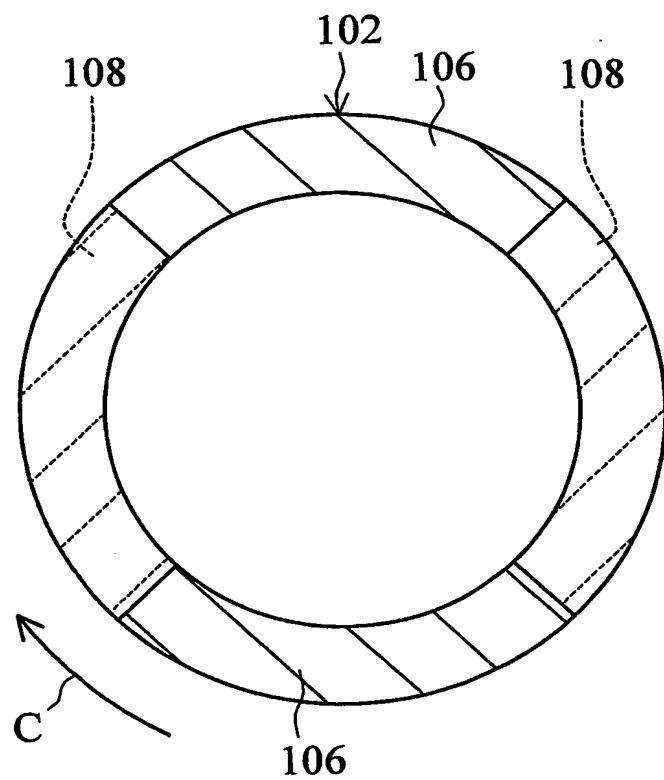
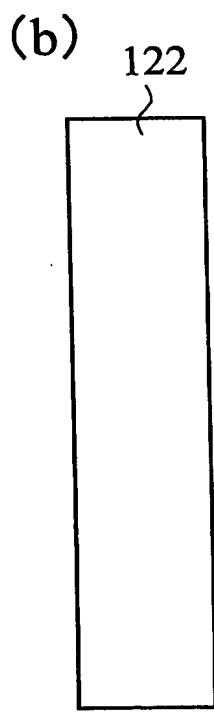
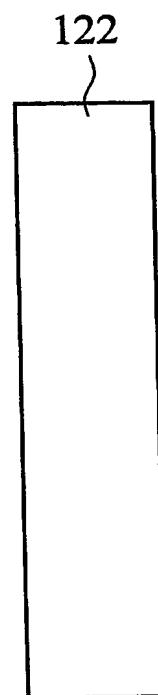
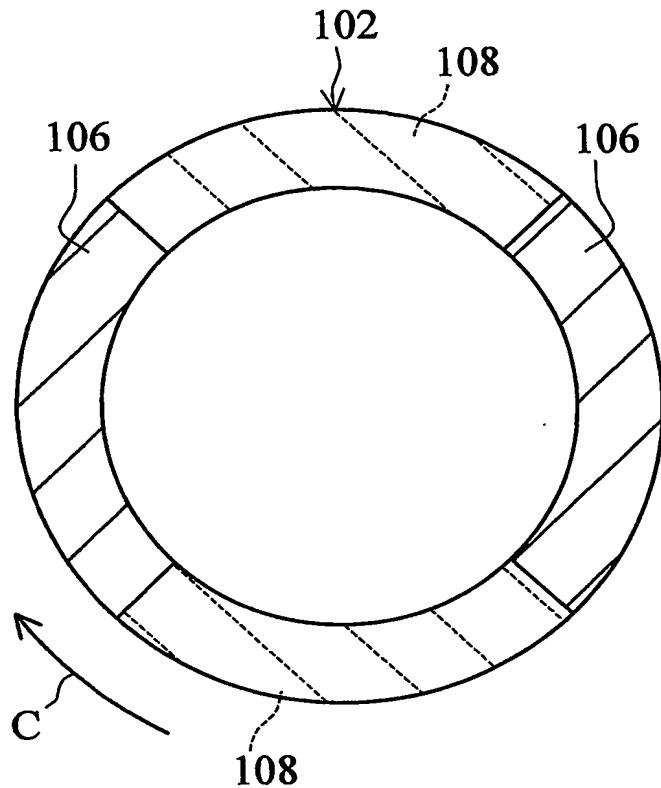
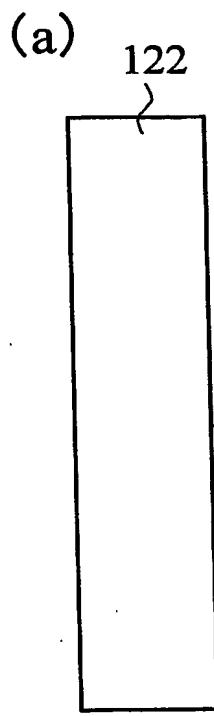


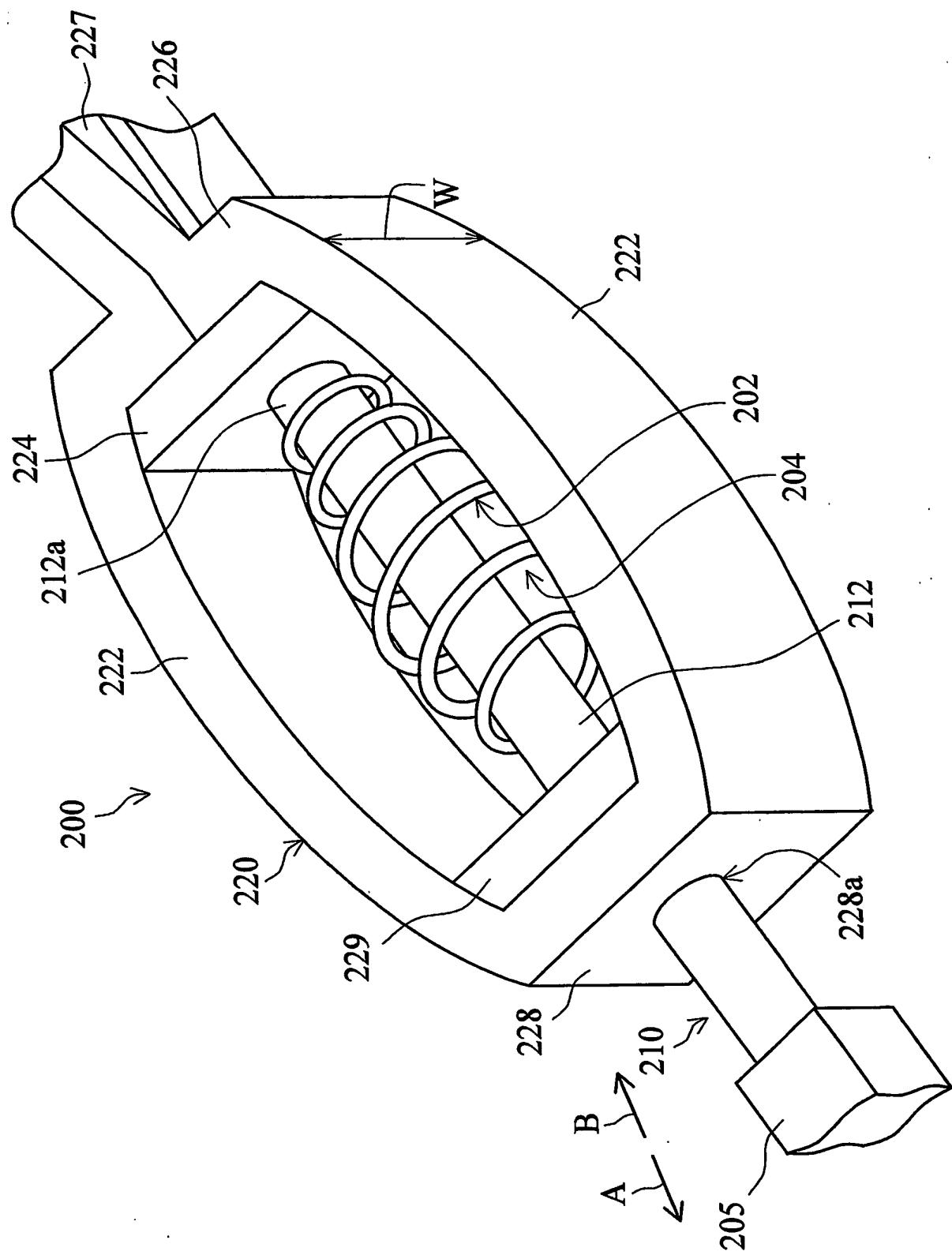
15/27

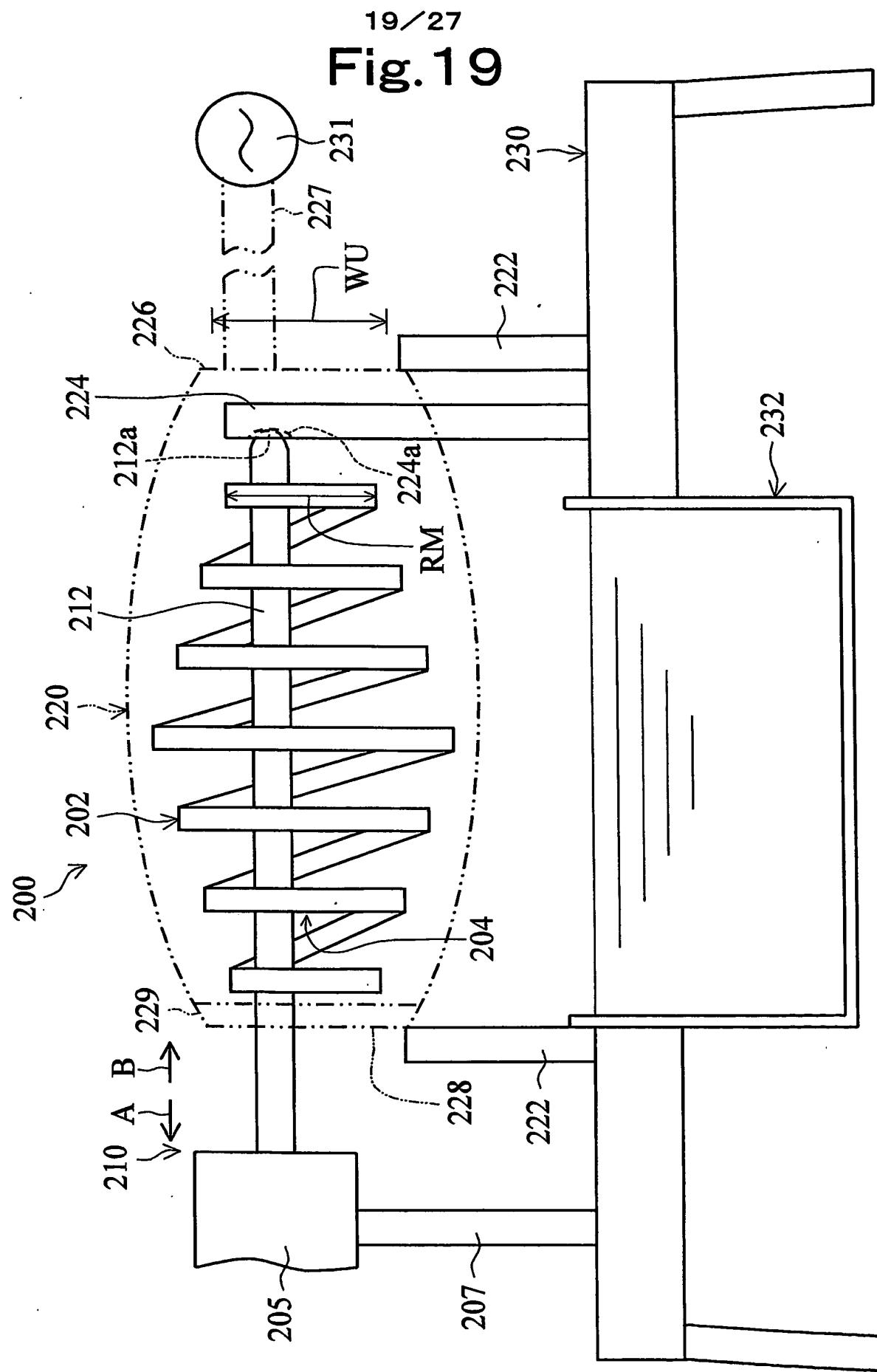
Fig. 15

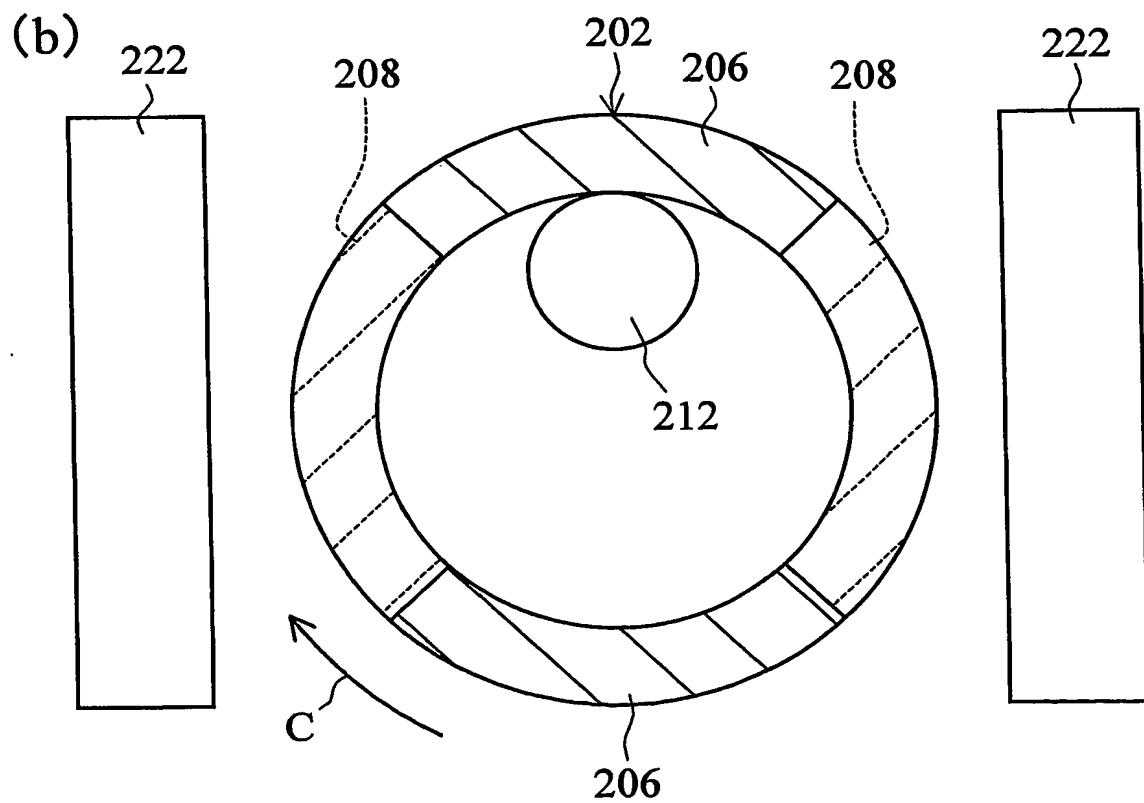
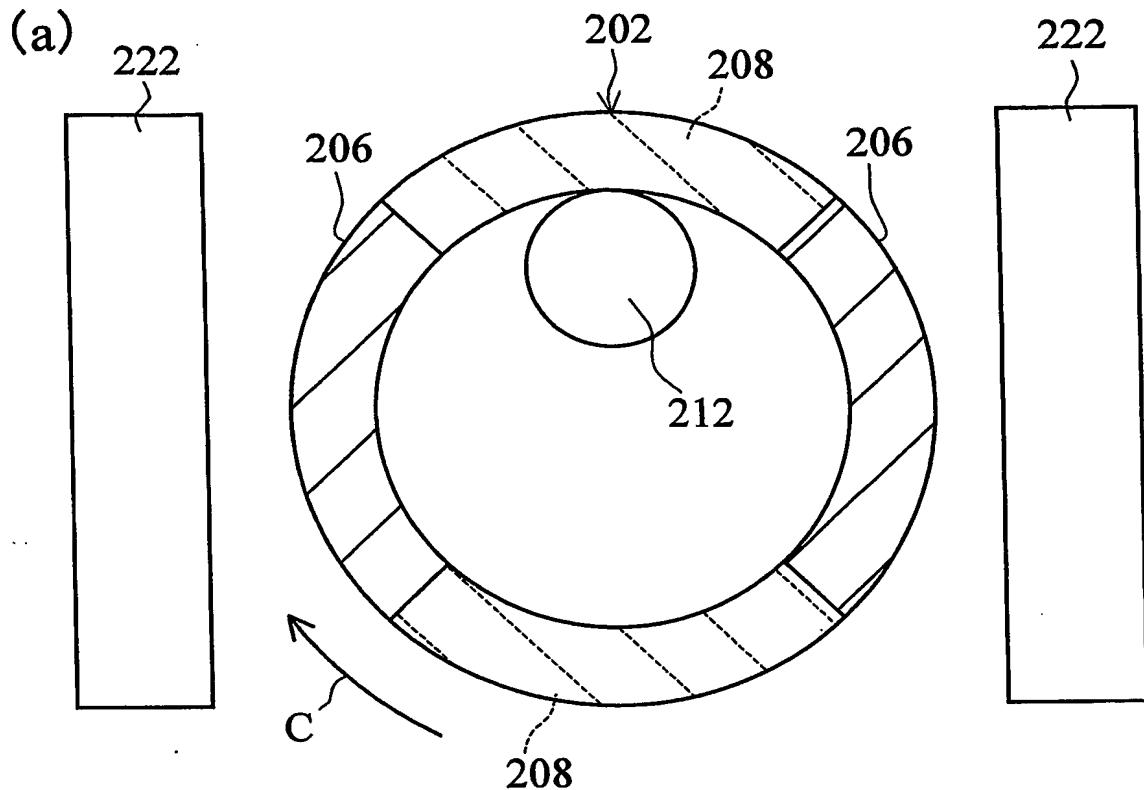


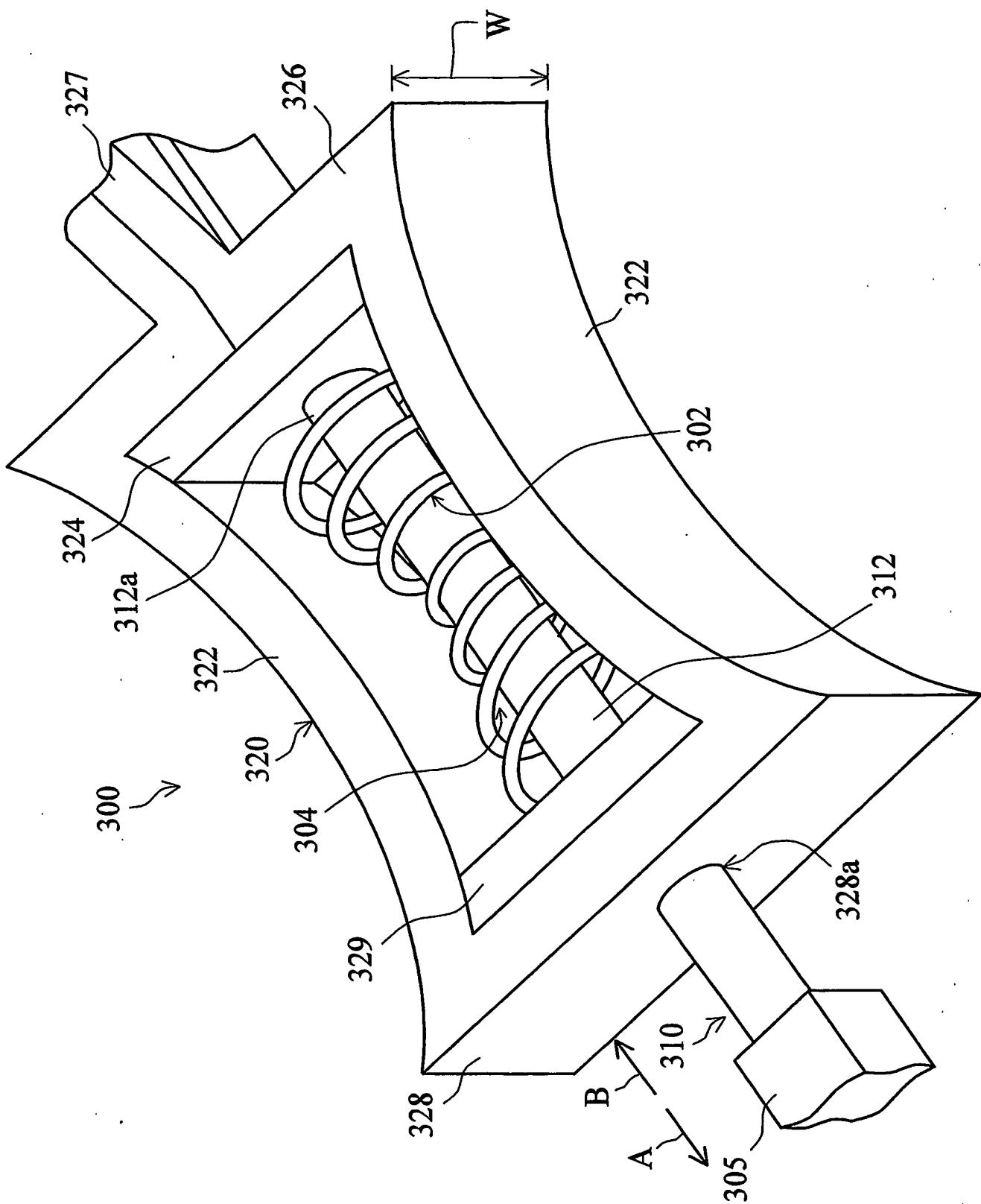


17/27
Fig. 17

18/27
Fig. 18

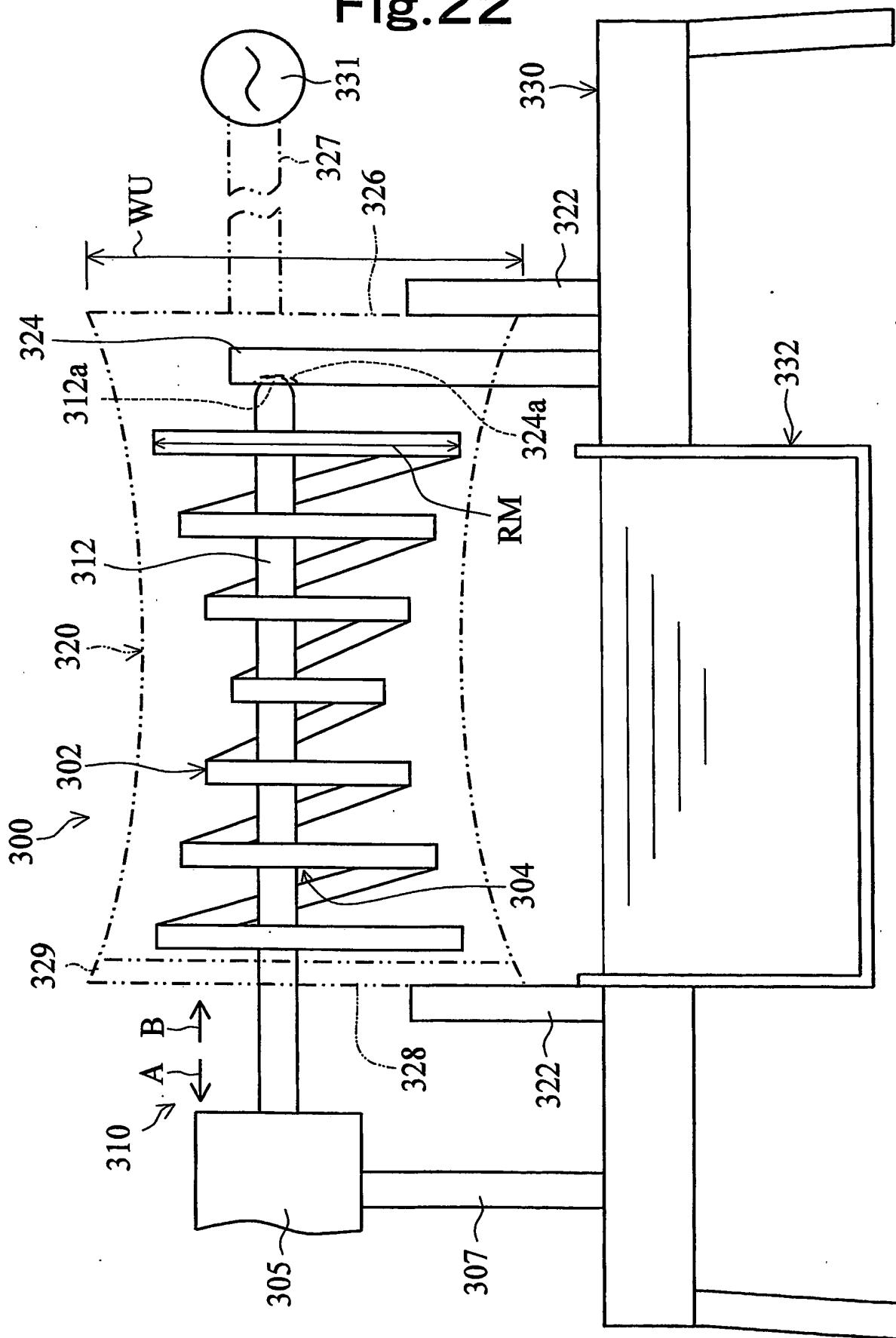


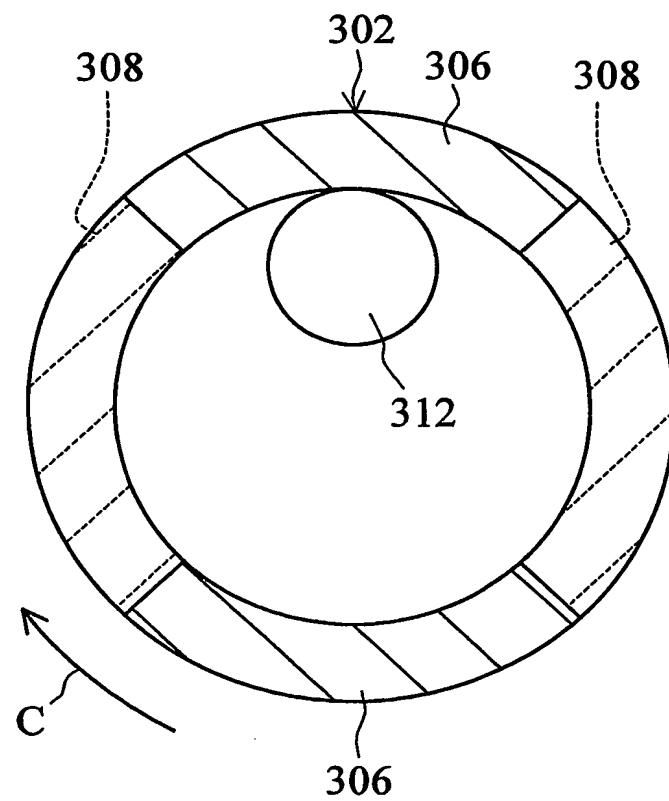
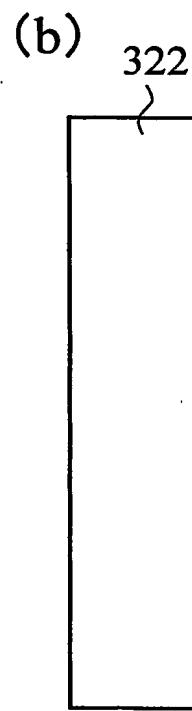
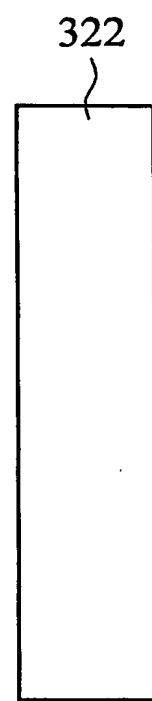
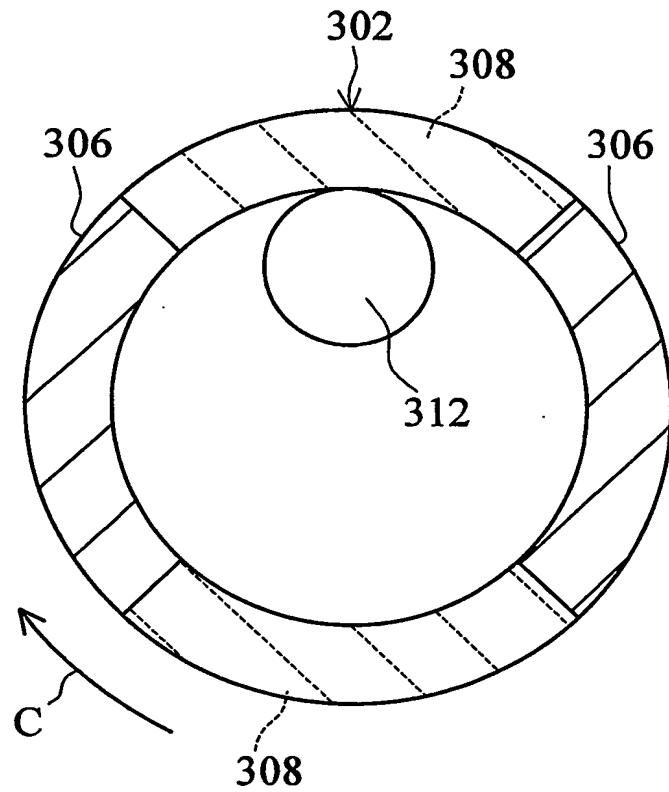
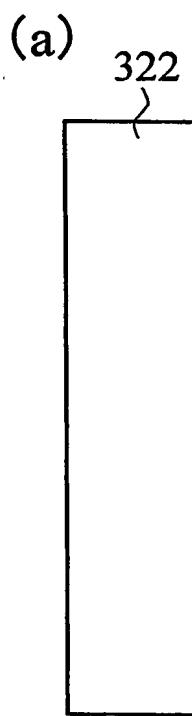
20/27
Fig.20

21/27
Fig. 21

22/27

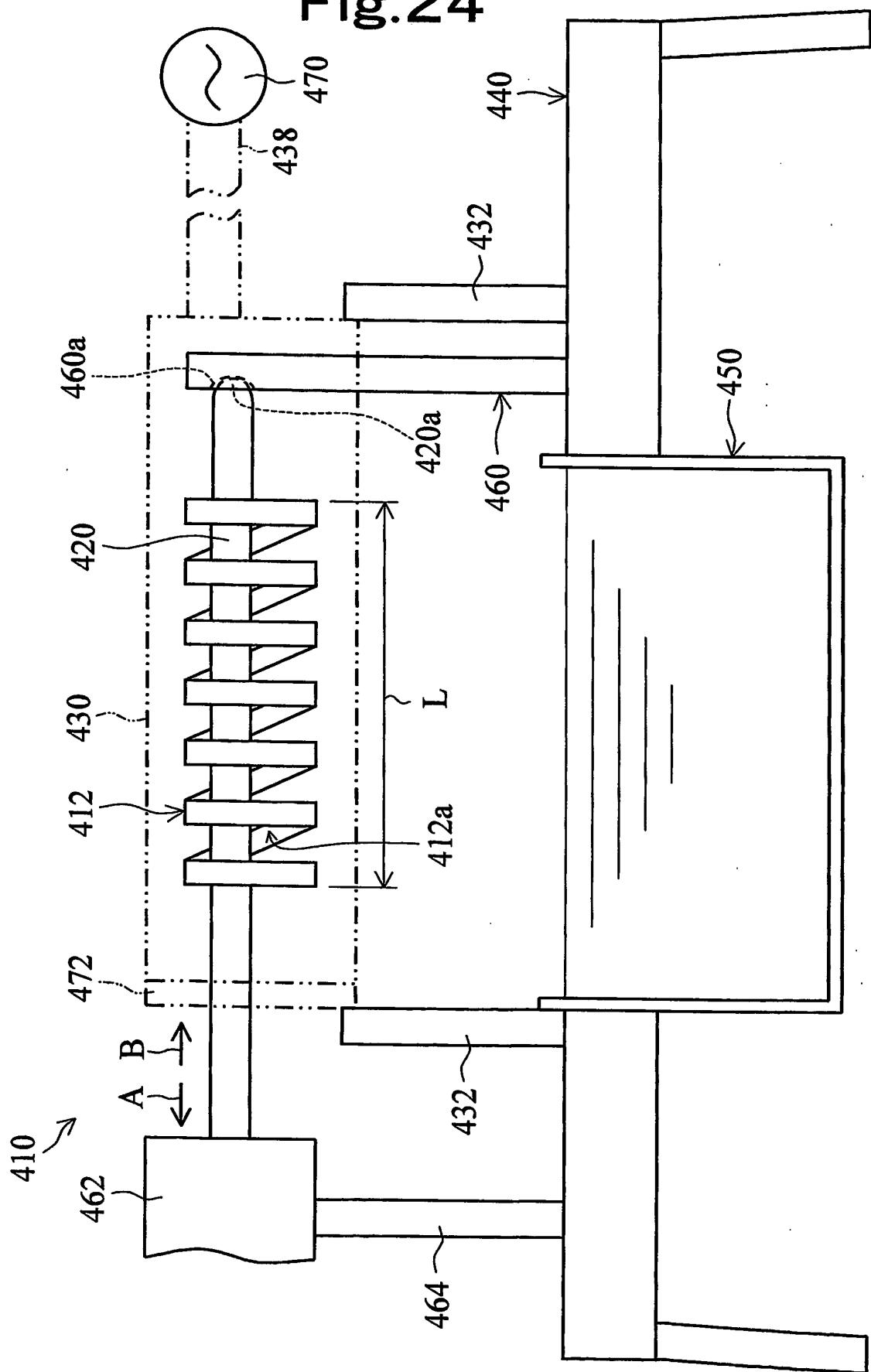
Fig. 22

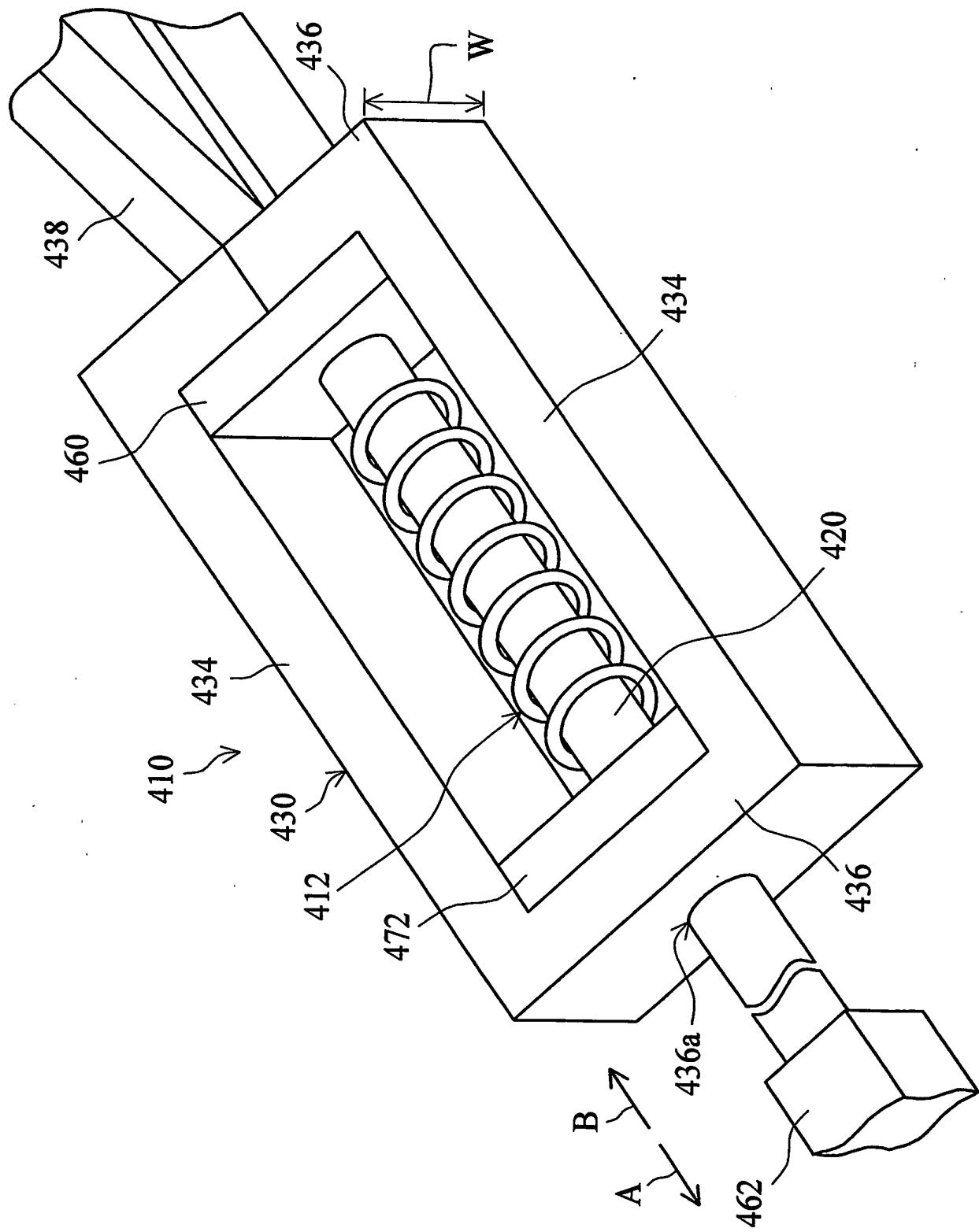


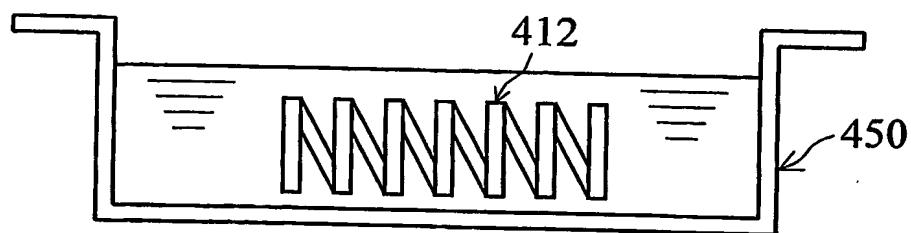
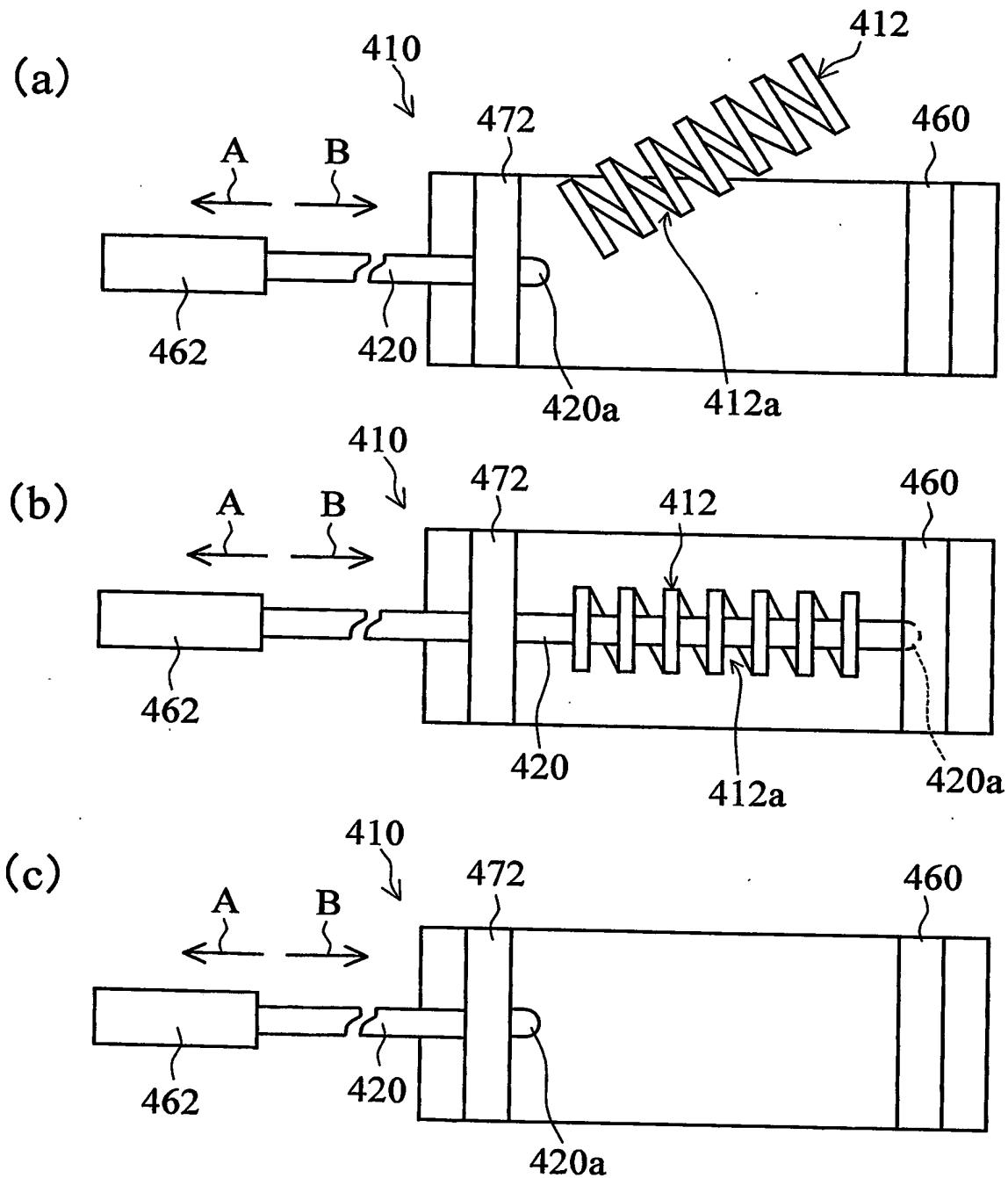
23/27
Fig.23

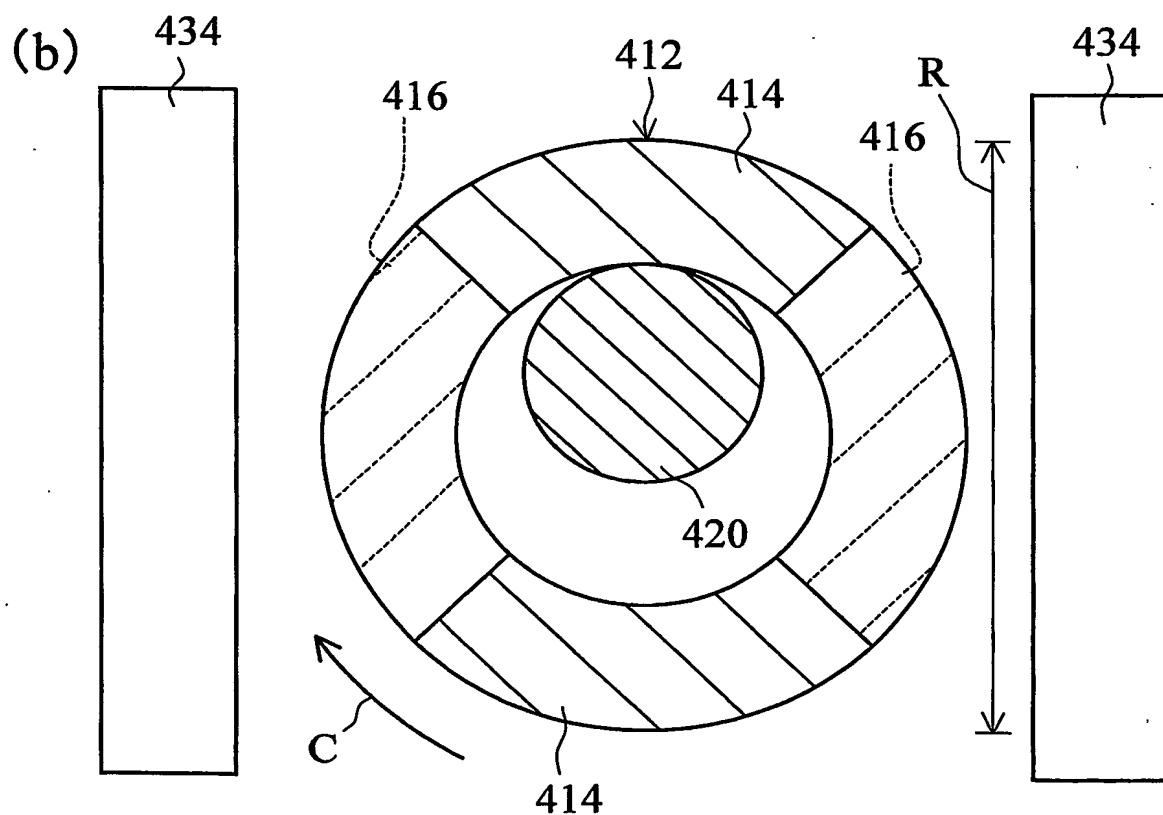
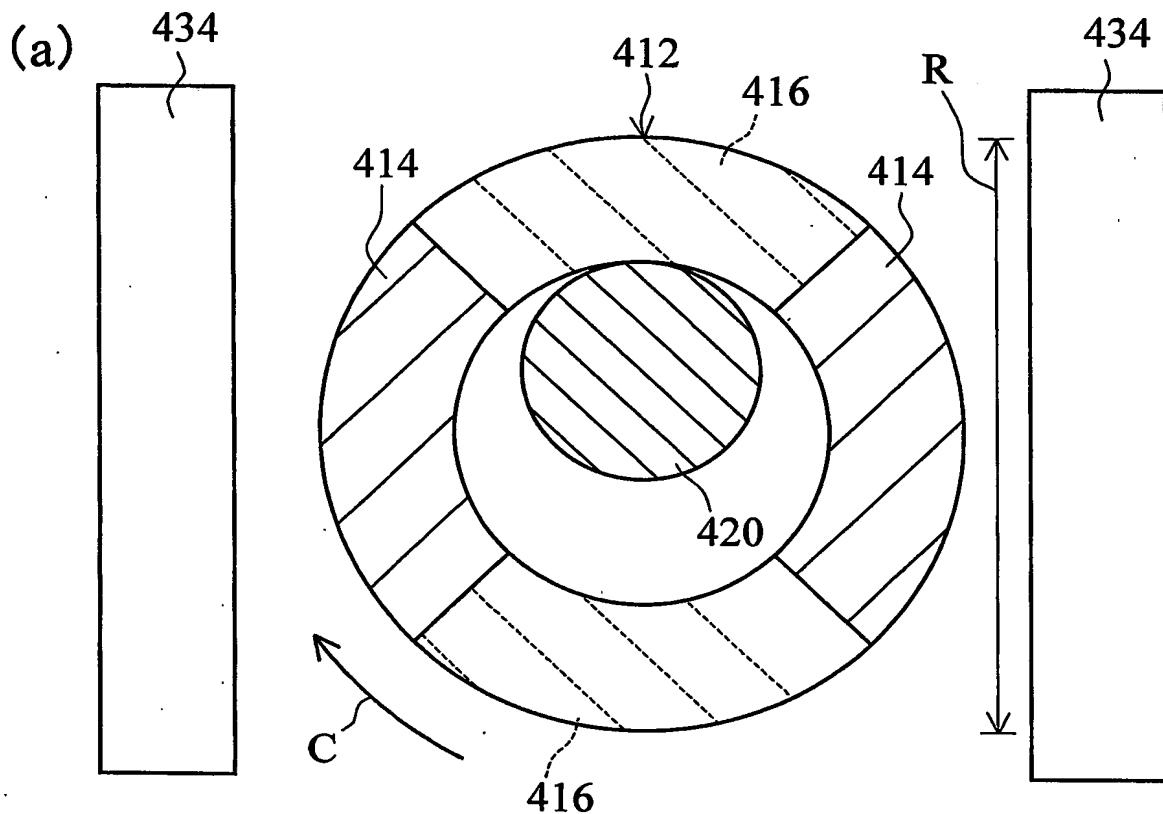
24/27

Fig. 24



25/27
Fig. 25

26/27
Fig.26

27/27
Fig.27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/14969

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ C21D1/42, C21D1/10, C21D9/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C21D1/42, C21D1/10, C21D9/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 6-49530 A (Fuji Denshi Kogyo Kabushiki Kaisha), 22 February, 1994 (22.02.94), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-3, 6
Y	JP 4-198415 A (Fuji Denshi Kogyo Kabushiki Kaisha), 17 July, 1992 (17.07.92), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	4, 7, 8
A	JP 6-248346 A (Topy Industries Ltd.), 06 September, 1994 (06.09.94), Full text (Family: none)	5, 9-23
		4, 7, 8
		5-23

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 February, 2004 (10.02.04)

Date of mailing of the international search report
24 February, 2004 (24.02.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP03/14969**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 63-27408 B2 (Netsuren Co., Ltd.), 02 June, 1988 (02.06.88), Full text; Fig. 3 (Family: none)	18-23
A	JP 2000-283201 A (Toyota Motor Corp.), 13 October, 2000 (13.10.00), Full text (Family: none)	18-23

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 C21D 1/42, C21D 1/10, C21D 9/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 C21D 1/42, C21D 1/10, C21D 9/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 6-49530 A (富士電子工業株式会社) 1994.02.22, 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-3, 6
Y	JP 4-198415 A (富士電子工業株式会社) 1992.07.17, 全文, 第1-5図 (ファミリーなし)	4, 7, 8
A	JP 6-248346 A (トピー工業株式会社) 1994.09.06, 全文 (ファミリーなし)	5-23

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.02.2004

国際調査報告の発送日

24.2.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

鈴木 賢

4K 3237

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 63-27408 B2 (高周波熱練株式会社) 1988. 06. 02, 全文, 第3図 (ファミリーなし)	18-23
A	JP 2000-283201 A (トヨタ自動車株式会社) 2000. 10. 13, 全文 (ファミリーなし)	18-23